

Jorge Mario Salguero Marín

PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE CABEZALES
DE TRANSPORTES PELICANO, SAN JOSÉ, ESCUINTLA.



Asesor General Metodológico:

MSc. Daniel Humberto González Pereira

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, enero de 2022

Informe final de graduación

PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE CABEZALES
DE TRANSPORTES PELICANO, SAN JOSÉ, ESCUINTLA.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Jorge Mario Salguero Marín

En el acto de investidura previo a su graduación de Licenciatura en
Ingeniería Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables

Universidad Rural de Guatemala
Facultada de Ingeniería

Guatemala, enero de 2022

Informe final de graduación

PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE CABEZALES
DE TRANSPORTES PELICANO, SAN JOSÉ, ESCUINTLA.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, enero de 2022

Esta tesis fue presentada por el autor, previo a obtener el título universitario de Licenciatura en Ingeniería Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables.

F-14-04-2020-15
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA
PROGRAMA DE GRADUACIÓN
Experto Metodológico
ACUERDO DE ASIGNACIÓN DE PUNTEO
12.10.2021.152



El / La Evaluador(a) Final del Trabajo de Graduación de la
Universidad Rural de Guatemala,

CONSIDERANDO:

Que el / La Metodólogo(a) en Investigación Científica, ha dado su aprobación preliminar al trabajo de graduación que se especifica en el cuerpo de este instrumento y me ha informado que el documento de mérito cumple con las normas preestablecidas para otorgar título y el grado académico al titular que formuló el mismo; de lo cual deviene procedente asignarle la puntuación correspondiente.

POR TANTO:

Con base a lo establecido en los Artículos 28 y 31 de los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala y el Artículo 28 del Reglamento General de los mismos y demás normativa aplicable,

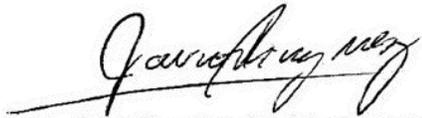
ACUERDA:

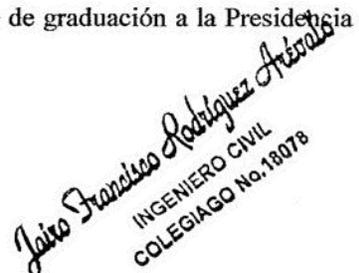
Emitir el Acuerdo de Asignación de Punteo al Trabajo de Graduación de mérito, de la manera siguiente:

Asignar **Setenta y dos (72)** sobre la base de aprobación de puntos sobre la base de cien sobre cien (100/100) al trabajo de graduación denominado: "PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE CABEZALES DE TRANSPORTES PELICANO, SAN JOSÉ, ESCUINTLA." formulado por Jorge Mario Salguero Marín titular del carné 12-018-0194; inscrito en la **Facultad de Ingeniería, de esta universidad.**

1. Trasladar tres copias físicas y un archivo digital del trabajo de graduación a la Presidencia del Consejo Académico, para los efectos subsiguientes.
2. Notifíquese.

Dado en la ciudad de Guatemala el 12 de octubre de 2021


Jairo Francisco Rodríguez Arévalo
Ingeniero Civil
Experto(a) Metodológico(a)


Jairo Francisco Rodríguez Arévalo
INGENIERO CIVIL
COLEGIADO No. 18078

F-14-04-2020-14
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA
PROGRAMA DE GRADUACIÓN
ASESORÍA DE TESIS
ACUERDO DE APROBACIÓN PRELIMINAR DE TESIS



El Asesor en Metodología del Programa de Graduación de la
Universidad Rural de Guatemala,

CONSIDERANDO:

Que he asesorado y firmado el trabajo de graduación que se especifica en el cuerpo de este instrumento; y siendo que a mi criterio dicho documento de mérito cumple con las normas preestablecidas para otorgar título y el grado académico a quien formuló el mismo.

POR TANTO:

Con base a lo establecido en los Artículos 28 y 31 de los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala y el Artículo 28 del Reglamento General de los mismos y demás normativa aplicable,

ACUERDA:

Emitir el Acuerdo de Aprobación Preliminar de Trabajo de Graduación, de la manera siguiente:

1. Aprobar en forma preliminar el trabajo graduación denominado: "Plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.", formulado por: Jorge Mario Salguero Marín, titular del carné: 12-018-0194; inscrito en la Facultad de Ingeniería, de ésta Universidad.
2. Trasladar el expediente al Experto Metodólogo designado para que le confiera la calificación que de acuerdo a los criterios técnicos considere conveniente.
3. Notifíquese.

Dado en la ciudad de Guatemala el 08 de abril de 2021.


MSc. Daniel Humberto González Pereira
Metodólogo





F-18-06-2018-01
Universidad Rural de Guatemala
Programa de Graduación
Carta de aprobación
Asesor General Metodológico
Guatemala, 30 de marzo de 2021

Asunto: Aprobación del informe final de graduación y solicitud de conformación de Tribunal Examinador.

Señor Coordinador General:

Tengo a honra dirigirme a usted, con la finalidad de informarle que, como Asesor General Metodológico del trabajo denominado: "Plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.", a cargo del estudiante: Jorge Mario Salguero Marín; carné: 12-018-0194; perteneciente al grupo: 01-171-018-21; apruebo el informe final de graduación y solicito que se integre El Tribunal Examinador de esta tesis.

Me valgo de la ocasión para presentarle a usted, muestras distinguidas de mi consideración y estima.

MSc. Daniel Humberto González Pereira
Asesor General Metodológico



C.C. Archivo personal

Señor
Coordinador General
Programa de Graduación
Universidad Rural de Guatemala
Presente

Prólogo

De acuerdo al reglamento del programa de graduación de Universidad Rural de Guatemala y previo a obtener el título universitario de Licenciatura en Ingeniería Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables, se llevó a cabo el estudio denominado: “Plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.” para proponer las posibles soluciones a las fallas mecánicas frecuentes, en flota de cabezales de Transportes Pelicano.

Esta investigación tiene como finalidad que el estudiante aplique los conocimientos adquiridos, además que sea fuente de consulta para estudiantes de Ingeniería Industrial de diferentes universidades del país, y que pueda aplicarse en diferentes áreas de trabajo similares a los que se realizan en Transportes Pelicano.

Con el fin de solucionar la problemática planteada se presenta como aporte a dicha solución, tres resultados que son. Se cuenta con una Unidad Ejecutora. Se cuenta con un Plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla. Se cuenta con un programa de sensibilización y capacitación.

Presentación

El estudio de tesis titulado, “Plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.”, fue realizado durante el mes de mayo de dos mil veinte al mes de marzo de dos mil veintiuno según los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala.

Este plan contiene las tareas que se realizan en las instalaciones con el objetivo de cumplir con los requisitos necesarios para evitar fallas mecánicas frecuentes, en flota de cabezales de Transportes Pelicano. El mantenimiento también es visto como una combinación de elementos en donde se restablecen equipos para alargarles la vida.

La importancia del plan de mantenimiento predictivo, se basa en el ahorro económico con el fin de disminuir el aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular, en el menor tiempo posible y mantener los vehículos en disponibilidad, con niveles de calidad y seguridad.

Índice general

No.	Contenido	Página
I.	INTRODUCCIÓN.....	01
I.1.	Planteamiento del problema.....	01
I.2.	Hipótesis.....	01
I.3.	Objetivos.....	02
I.3.1	Objetivo general.....	02
I.3.2	Objetivo específico.....	02
I.4.	Justificación.....	02
I.5.	Metodología.....	03
I.5.1	Métodos.....	03
I.5.2	Técnicas.....	04
II.	MARCO TEÓRICO.....	07
II.1.	Plan.....	07
II.2.	Mantenimiento.....	22
II.3.	Mantenimiento predictivo.....	32
II.4.	Mantenimiento de cabezales.....	44
II.5.	Transporte pesado.....	54
III.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	69
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	76
IV.1.	Conclusiones.....	76
IV.2.	Recomendaciones.....	77
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

Índice de cuadros

No.	Contenido	Página
01	Módulo de mantenimiento Industrial de un ERP.....	21
02	Niveles de mantenimiento.....	27
03	Existe aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años.	70
04	El aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular, se debe a que los pilotos no les dan el correcto funcionamiento a las unidades.....	71
05	El aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años, se debe a que el personal de parte técnica no conoce el funcionamiento mecánico de las unidades.....	72
06	El aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años, se debe a falta de mantenimiento preventivo a las mismas.....	73
07	El aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años, se debe a falta de repuestos para las mismas.....	74
08	Falta un plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.....	75

Índice de figuras

No.	Contenido	Página
01	Contenido de un plan de empresa.....	11
02	Relaciones entre los niveles, objetivos y los tipos de planeación.....	12
03	Fases de la planeación.....	15
04	Repuestos y accesorios agrupados en distintos grupos por su funcionalidad que tengan dentro del mantenimiento.....	17
05	Sostenibilidad del proyecto.....	26
06	Relación entre costos preventivos y correctivos al variar la intensidad del mantenimiento preventivo.....	32
07	Dominio del monitoreo de condición y porqué se usa indistintamente con el mantenimiento predictivo.....	36

Índice de gráficas

No.	Contenido	Página
01	Existe aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años..	70
02	El aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular, se debe a que los pilotos no les dan el correcto funcionamiento a las unidades.....	71
03	El aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años, se debe a que el personal de parte técnica no conoce el funcionamiento mecánico de las unidades.....	72
04	El aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años, se debe a falta de mantenimiento preventivo a las mismas.....	73
05	El aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años, se debe a falta de repuestos para las mismas.....	74
06	Falta un plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.....	75

I. INTRODUCCIÓN

Este informe de graduación tiene como fin para proporcionar una guía, para implementar un plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla

El mismo está integrado por Prólogo y Presentación, además los siguientes capítulos:

I: Compuesto por: Introducción, planteamiento del problema, hipótesis, objetivo general y objetivos específicos, justificación, metodología conformada por métodos y técnicas tanto para la formulación como para la comprobación de la hipótesis.

II: Compuesto por: Marco teórico, que comprende aspectos conceptuales formados por aspectos doctrinarios y legales.

III: Compuesto por: Comprobación de la hipótesis. Formado por cuadros y gráficas de los resultados obtenidos de las encuestas relacionados a la variable dependiente “Y” e independiente “X” con su respectivo análisis.

IV: Compuesto por: Conclusiones y recomendaciones, luego bibliografía y anexos principales.

I.1. Planteamiento del problema

El plan la conforman tres resultados que son los siguientes: Se cuenta con una Unidad Ejecutora. Se cuenta con un plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla. Se cuenta con un programa de sensibilización y capacitación.

I.2. Hipótesis

“El aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años, por fallas mecánicas frecuentes es debido a la falta de plan de mantenimiento predictivo”.

I.3. Objetivos

Con la finalidad de poder darle una solución a la problemática estudiada y contribuir a la solución de los problemas encontrados, se trazaron los siguientes objetivos:

I.3.1. Objetivo general

Disminuir el número de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular.

I.3.2. Objetivo específico

Evitar fallas mecánicas frecuentes, en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.

I.4. Justificación

El desarrollo de la presente investigación y estudio que se realizó refleja la necesidad de implementar las medidas necesarias para disminuir el número de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular.

La investigación se realizó basada en fuentes de información primaria que ofrecen datos fidedignos; así mismo de otras fuentes constituyentes, el trabajo que se desarrolló con los mecánicos que se encuentran dentro de Transportes Pelicano, sin dejar de tomar en cuenta la documentación existente sobre el tema.

La razón por la cual se realizó la investigación es porque en los últimos cinco años ha existido aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular como aproximación y solución del problema expuesto, se hace necesario realizar un plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular.

Si no se aplica la propuesta seguirá en aumento el número de unidades (cabezales), sin circular, pero si se aplicara ese número tendrá a la baja.

I.5. Metodología

Para poder comprobar la hipótesis planteada se elaboró la siguiente metodología:

I.5.1. Métodos

Se dividen en utilizados para la formulación de la hipótesis y para la comprobación de la hipótesis.

La metodología utilizada para la elaboración de la hipótesis y su comprobación se compone de métodos y técnicas.

I.5.1.1. Métodos utilizados en la formulación de la hipótesis

Los métodos utilizados en la formulación de la hipótesis fueron: El Método Deductivo y el Método del Marco Lógico.

a) Método Deductivo

Este se utilizó para identificar la problemática, que inicia con la observación de las fallas mecánicas frecuentes, de esta manera definir la investigación planteada, por lo que fue necesario visitar la flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.

b) Método del Marco Lógico o la Estructura Lógica

Es una herramienta para facilitar el proceso de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de proyectos. Su énfasis está centrado en la orientación por objetivos, la orientación hacia grupos beneficiarios y el facilitar la participación y la comunicación entre las partes interesadas.

El Método del Marco Lógico o la Estructura Lógica, sirvió para la estructura y elaboración de los árboles de problemas y objetivos, para establecer los resultados

deseados y esperados dentro de la investigación, así mismo para fijar y establecer los insumos y tiempos por cada resultado.

I.5.1.2. Métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis

Los métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis fueron los siguientes: Inductivo, de Síntesis y Estadístico.

a) Método Inductivo

Se estudian los fenómenos particulares, que darán soluciones generales; con este método se obtuvieron los resultados de la problemática, se utilizó para realizar encuestas y para diseñar conclusiones y recomendaciones, de esta forma comprobar la hipótesis planteada.

b) Método de Síntesis

Una vez interpretada la información, se utilizó la síntesis para obtener conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación; la que sirvió para hacer congruente la totalidad de la investigación.

c) Método Estadístico

Con este método se determinaron los parámetros necesarios, que ayudaron a la comprobación de la hipótesis.

Con este método se tabularon los resultados de la encuesta, en los cuales se plasmaron los cuadros y gráficas, para comprobar la variable “Y” y la variable “X”.

I.5.2. Técnicas

Las técnicas empleadas en la formulación y comprobación de la hipótesis fueron las siguientes:

I.5.2.1. Técnicas que se utilizaron para la formulación de hipótesis

Las técnicas que se utilizaron para la formulación de la hipótesis, son las herramientas que se detallan a continuación:

a) Lluvia de Ideas

Se utilizó esta técnica para recopilar ideas de la problemática de todos los directivos de flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular.

b) Observación Directa

Por medio de esta técnica se observa el problema directo que se encontraba en la flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla y se recolectó dicha información para la formulación de la hipótesis

c) Investigación Documental

Se utilizó, con el fin de no duplicar documentos, así mismo para obtener aportes y puntos de vista de otros investigadores sobre la problemática, para fundamentar el marco teórico.

I.5.2.2. Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis

Para la comprobación de la hipótesis se aplicaron las siguientes herramientas:

1. Entrevista

Para el efecto se entrevistó al Jefe de Taller de mantenimiento, Supervisor de Taller de mantenimiento, Superintendente de Taller y 31 mecánicos “A”, mediante un censo.

Para la causa se entrevistó al Planificador de operaciones, Jefe de operación logística y 60 pilotos, mediante una muestra.

2. Encuestas

Se elaboraron dos cuestionarios, uno para el efecto y el otro para la causa.

3. Técnica de análisis:

Concluida la encuesta, se tabularon los datos obtenidos en la misma y se representaron en cuadros y en forma gráfica, con su respectivo análisis, listos para su presentación.

4. Coeficiente de correlación

La correlación es de 0.98 por lo que hay correlación entre la variable dependiente e independiente, porque se cumple con el parámetro se cumple con $\geq + - 0.80$ a $+ - \leq 1$.

Hay relación entre el efecto y la causa, por lo que se aplica la ecuación de la recta, para proyectar el comportamiento de las variables, en los cinco años siguientes

5. Proyección

Para el año 2025, sin proyecto, las unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular será de 008 y para el mismo año bajarán 33 las unidades sin circular.

II. MARCO TEÓRICO

En el marco teórico se va a desarrollar la teoría que va a dar el fundamento a nuestra investigación. En su elaboración se hizo necesario elaborar una recopilación de datos e información documental.

El marco teórico está integrado por aspectos doctrinarios en los que incluyen toda la teoría que se ha escrito anteriormente sobre el tema.

II.1. Plan

El plan es aquel documento en el que se analiza, describe e identifica una oportunidad de negocio o que ya esté en marcha, se dice que en dicho documento se examina su viabilidad técnica, económica y financiera. Desarrolla todos los procedimientos y estrategias necesarias para convertir la oportunidad de negocio en un proyecto empresarial concreto.

También es considerable como una hoja de ruta que ayuda al individuo a logra sus metas y objetivos propuestos, planificar es esencial para llevar un orden de los procedimientos que se realizan. Un plan es una herramienta que es necesaria al momento de disponer de un proyecto (www.madrid.org, 2021).

Un plan es una intención o un proyecto. Se trata de un modelo sistemático que se elabora antes de realizar una acción, con el objetivo de dirigirla y encauzarla. En este sentido, un plan también es un escrito que precisa los detalles necesarios para realizar una obra.

La planificar es una técnica esencial para llevar un orden consecutivo de lo que sucede, en otras palabras, es una manera de llevar un orden de todo el procedimiento. Uno de los objetivos de la planeación es evitar los problemas en un futuro.

La planeación es un proceso donde se formula actividades de largo plazo, establecimiento de objetivos, diseñar políticas y estrategias para alcanzar los objetivos

propuestos. Es prácticamente la toma anticipada de una serie de decisiones sobre qué productos, cuales servicios o qué misiones serán el objeto de la organización, qué recursos se asignarán para ello y cuáles reglas y que principios regirán el uso de esos recursos (Goodstein, Nolan, Minnie y otros, 1991).

El proceso de la planeación significa decidir dónde y cómo se quiere estar en un futuro determinado, pero además exige a la empresa determinar los objetivos que se deben alcanzar, las estrategias y políticas para lograrlo, el análisis del ambiente interno y externo de la organización, el establecimiento de planes de acción concretos a desarrollar y los recursos necesarios (Solares, 2009).

La finalidad de un plan de empresa es identificar, describir y analizar una oportunidad de negocio ya en marcha, donde se toma en cuenta la viabilidad técnica, económica y financiera, el plan de empresa tienen una doble función, estas son las siguientes: (www.madrid.org, 2021).

a) Herramienta de Gestión

b) Herramienta de planificación

Un plan de empresa es importante hacerlo porque proporciona un análisis global de la empresa del negocio, que desarrolla y del ámbito económico, también obliga a analizar la viabilidad del negocio, otro aspecto del porque es necesario la elaboración de un plan es porque se realiza una reflexión estratégica sobre el negocio así también ayuda a gestionar el negocio y sirve como una tarjeta de presentación de la empresa (www.madrid.org, 2021).

El plan va ayudar a que se tenga una idea más clara de lo que el individuo o persona quiera lograr con su negocio, ya que en esta fase de planificación es donde se describe lo que se quiere alcanzar.

En la etapa de la planeación se elige la actividad que se realizará y será el objetivo del individuo, entonces se establecen metas y objetivos de lo que se espera obtener y la manera de cómo se va lograr las metas y los objetivos. Para la etapa de la planeación se plantean preguntas al administrador o gerente de conocimientos.

II.1.1. Tipos de planeación

En función del tiempo que se considere para alcanzar los objetivos y metas de la planeación existen tres tipos de planeación: corto plazo, mediano plazo y largo plazo.

Es necesario conocer cuáles son los tipos de planeación, ya que cuando se tiene un amplio conocimiento acerca de esto, se considera que es probable que todo el procedimiento sea consecutivo, así también se podrá trabajar o elaborar un plan más apegado a lo que se desea, ya que es donde se especifica lo que debe ir en cada proceso, al saber lo que debe ir en cada tipo de plan se considera que todo lo que se planee sea entendible, a continuación, se definen los siguientes tipos de comunicación:

a) Planeación estratégica: Se trata de una herramienta de gestión que permite o ayuda a hacer y el camino que deben de recorrer las organizaciones para poder alcanzar las metas previstas, al tomar en cuenta los cambios y demandas que imponen el entorno, es una herramienta indispensable para la toma de decisiones.

Proporciona un marco real para que, tanto los líderes, como los miembros de la organización, comprendan y evalúen la situación de la organización. Especifican las actividades organizacionales y la asignación de recursos a requerir para el cumplimiento de los objetivos estratégicos, los objetivos son diseñados por la alta gerencia en conjunto con las gerencias a medias (Cassutti, 2016).

b) Planeación táctica o directiva: Establece los pasos específicos necesarios para la implementación de un plan estratégico de una empresa u entidad, son específicas, pero a la vez no detalladas, se llevan a cabo con el fin de implementar una estrategia. En la

planeación táctica es necesario comprender y descifrar los objetivos estratégicos. Este tipo de planeación se enfoca en el presente, en que sucederá y como deben de actuar ante lo que tengan frente a sus ojos.

Estos se encuentran bajo la responsabilidad de los administradores medios, que se refiere a los gerentes de cada área funcional. El propósito es cumplir con los objetivos tácticos, que son mediano plazo y responden a los objetivos estratégicos, por lo regular este tipo de plan indica cómo lograr las distintas acciones ideadas a nivel estratégico (Cassutti, 2016).

c) Planeación operativa: Consiste en establecer claramente la aplicación del plan estratégico conforme a objetivos específicos. Pueden variar según sus cronogramas. También se conocen con el nombre de programas, están bajo la responsabilidad de los administradores de primera línea y se vinculan con las actividades cotidianas, por lo que tienden al cumplimiento de los objetivos de corto plazo. Estos tienen relación con los planes tácticos, ya que las acciones que se delinear deben apoyarlos (Cassutti, 2016).

d) Planeación ecológica: El fin de este tipo de plan es que son desarrollados programas para conservar el suelo en el que se incluyen planes ecológicos. Su gestión tiene como enfoque integral la división territorial y los siguientes factores:

- Clima
- Condiciones de habitad
- Estudio forestal
- Orografía

Figura 1

Contenido de un plan de empresa



Fuente:[http://www.madrid.org/cs/StaticFiles/Emprendedores/Análisis_Riesgos/pages/pdf/metodologia/1PlanDeEmpresa\(AR\)_es.pdf](http://www.madrid.org/cs/StaticFiles/Emprendedores/Análisis_Riesgos/pages/pdf/metodologia/1PlanDeEmpresa(AR)_es.pdf)

Según Cassutti (2016) dice que en distintos tipos de objetivos los organizacionales son particionados, para que sean alcanzados. Los niveles organizacionales, los conceptos de toma de decisión y planeación se vinculan con los niveles organizacionales, se dice que la necesidad de jerarquizar es porque las organizaciones tratan de alcanzar en forma simultánea diferentes objetivos, por esa razón se plasman o se proponen niveles de confianza.

Todos los objetivos organizacionales se les nombra como objetivos estratégicos y su tiempo es a largo plazo, luego se encuentran los objetivos tácticos, estos son propuestos por las áreas de especialidad que componga la organización y su tiempo es a mediano plazo, los niveles de gerencia son encargados de fijar los objetivos operativos y su tiempo es a corto plazo (Cassutti, 2016).

Los objetivos sirven para tener una idea más clara de lo que se quiere alcanzar, con la planificación de ellos se ahorra tiempo en el futuro ya que se evita algún tipo de distorsión en los procesos, o en otras palabras se evitan problemas. Es por esa razón

que los objetivos se consideran necesarios y tienen gran importancia en todo tipo de empresa, hasta en la vida personal como laboral. En lo laboral los objetivos son principales para llevar a cabo la realización de un plan o proyecto que la empresa tenga pensado poner en marcha.

Figura 2

Relaciones entre los niveles, objetivos y los tipos de planeación



Fuente: (Cassutti, 2016).

II.1.2. Beneficios de un plan

La elaboración de un plan es beneficiada para el empleado, para la empresa, en sí para todo su personal de entorno, los beneficios que se obtienen al momento de elaborar un plan son los siguientes:

- a) El documento escrito ayuda al emprendedor a clarificar y entender mejor su proyecto empresarial.
- b) Enfoca los recursos hacia la consecución de los objetivos y metas.
- c) Sirve como un pase para las fuentes de financiamiento.
- d) Identifica los posibles problemas y da una respuesta identificada.

e) Se utiliza o se considera como una herramienta que sirve como un medio para familiarizar al personal del entorno.

Cuando ya se tiene conocimiento de los beneficios mencionados la empresa, el personal o la parte interesada se sentirá motivada para llevar a cabo un plan.

II.1.3. Características de la planeación

Se entiende que son cualidades que permiten al individuo a identificar algo diferente a lo que lo rodea, las características son el carácter propio y específico de una cosa en especial.

a) Unidad: Se sabe que cada una de las empresas cuentan con sus propios objetivos, y por eso en una empresa todos los planes deben realizarse simultáneamente. Es necesario que las empresas cuenten con sus propios desafíos o retos, así eso es lo que las diferencia de las demás (Molina, 2013).

b) Continuidad: Se debe tener el conocimiento de que la planeación es una actividad que nunca termina, como bien se dice la planeación es un instrumento que debe estar siempre en movimiento, ya que esto podría ser modificado, pero aun así se debe tener la seguridad de que sea secuencial sus procedimientos (Molina, 2013).

c) Precisión: Los cursos de acción a seguir deben ser bien definidos reducen en lo posible la imprevisión y hace énfasis en la elaboración de planes desarrollados (Molina, 2013).

d) Penetrabilidad: La planeación es una actividad obligatoria que debe realizar todo ejecutivo dentro de su área específica de trabajo, planear es una responsabilidad bastante grande, es por eso que el encargado de ellos debe ser un profesional (Molina, 2013).

Es importante que la parte interesada tenga el conocimiento necesario sobre las características de la planeación para que sean tomadas en cuenta y se realice un plan

de forma correcta, cuando ya se tiene el conocimiento necesario para elaborar un plan se deberá proceder a realizarlo.

Según Porto y Gardey (2014) Una característica tiene la capacidad de distinguir las demás especies de las que no se suelen aprovechar el potencial, ni físico ni mental, también se dice que las características son las propiedades que definen a los personajes que participan en una actividad, sean físicas o psicológicas, las más comunes de las características son:

- a) Fuerza
- b) Velocidad
- c) Inteligencia
- d) Tamaño
- e) Fuerza de voluntad

II.1.4. Importancia de la planeación

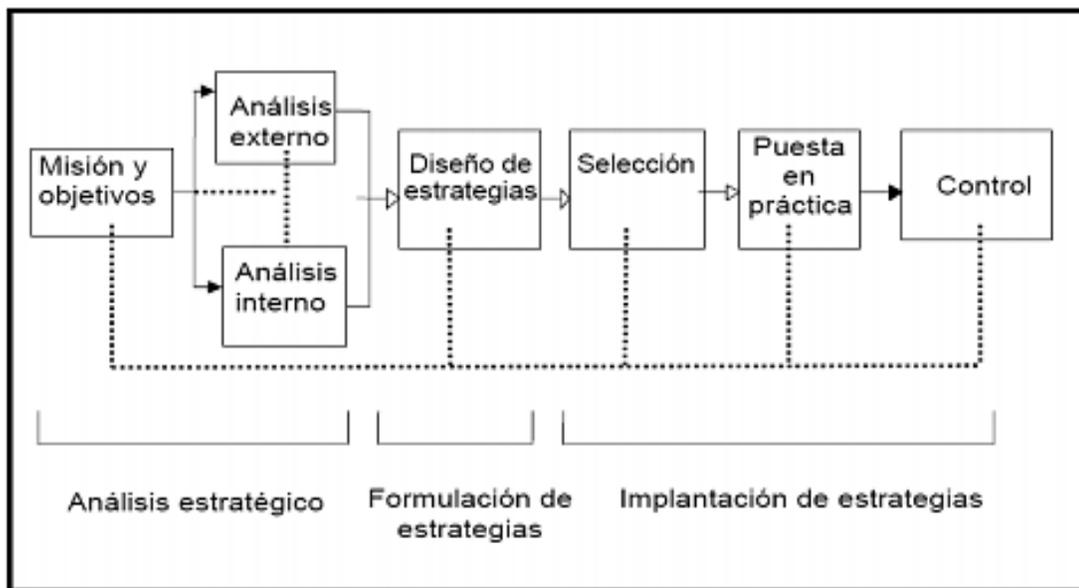
Los gerentes y el demás personal pertenecientes a la empresa evalúan el tema seleccionado para la actuación que se halla en la mentalidad de la organización y sus empleados, las situaciones estratégicas analizan las alternativas con un lenguaje común y deciden sobre las acciones que se deben emprender en un período razonable, lo cual conduce a un mejor funcionamiento y a una mayor sensibilidad de la organización (Goodstein, Nolan, Minnie y otros, 1991).

La planeación si es importante, se considera como el alma de un proyecto que está por comenzarse a elaborar, con la práctica de la planeación y al aplicar todos sus pasos se van a obtener resultados positivos y prácticos, es por eso que es tan necesario e importante planear.

Según Solares (2009) dice que las acciones que se deben ampliar en un límite de tiempo que es considerable que sea de 5, 10 y 15 años la planeación proporciona los lineamientos para que dichas acciones puedan realizarse y así obtener resultados funcionales y beneficiosos tanto para la empresa como para los trabajadores.

Figura 3

Fases de la planeación



Fuente: (Fred, R. 2003).

II.1.5. Pasos para realizar un plan de mantenimiento preventivo con un sistema ERP

Paso 1. Determinar metas y objetivos

Según Serneguet (2018). Es considerable e importante que cuando se vaya a realizar un plan de mantenimiento preventivo como primer paso se determine que se quiere obtener el mismo. Los principales objetivos a conseguir en todo plan son minimizar en número y tiempo los paros en la producción y reducir los costes de mantenimiento, para lograr eso es necesario que exista una correcta planificación y coordinación. Una de las metas específicas a mencionar puede ser:

- a) Incrementar la disponibilidad de los equipos en un 60%
- b) Reducir los fallos en un 70%.
- c) Mejorar la utilización de la mano de obra en un 30%.

Determinar los objetivos y metas es indispensable en todo tipo de plan, esto sirve para determinar qué es lo que se espera lograr con el proyecto.

Paso 2. Establecer un presupuesto

Es necesario establecer un presupuesto para realizar el mantenimiento preventivo de los activos de la empresa se realiza cuando ya se tiene en cuenta la frecuencia recomendada por el fabricante, costes de mantenimientos, fechas de revisión entre otros.

Los expertos dicen que la fórmula correcta para invertir el presupuesto de mantenimiento es 80% en preventivo y el 20% restante en correcciones de averías. El presupuesto sirve para tener una idea de los recursos que sean necesarios para utilizar, en el proceso del mantenimiento preventivo (Serneguet, 2018).

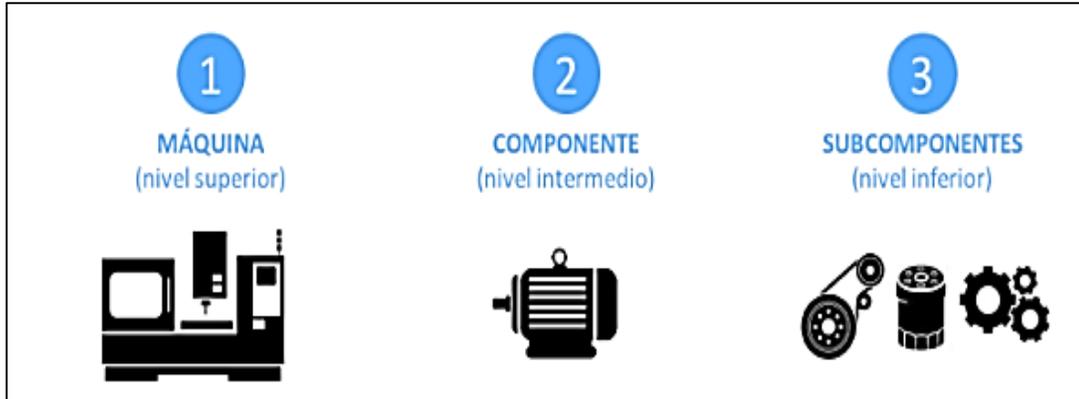
Paso 3. Maquinaria y equipo a incluir

Se necesita tener una ficha detallada en el ERP por cada equipo existente que se considere de mantenimiento, la Gestión Documental del ERP, tienen autorización para permitir que la ficha de cada equipo tenga documentación acerca de la normativa ISO, las homologaciones, la normativa de seguridad, el manual de instrucciones entre otros aspectos.

Las fichas son documentos que deben estar bien detalladas con la información que sea necesaria y además dicha información deberá ser clara y entendible (Serneguet, 2018).

Figura 4

Repuestos y accesorios agrupados en distintos grupos por su funcionalidad que tengan dentro del mantenimiento.



Fuente: (Serneguet, 2018).

Paso 4. Revisar los mantenimientos previos realizados

Es importante inspeccionar los equipos para determinar si se ha realizado algún tipo de mantenimiento, así también es importante revisarlos antes de panificar, esto para tener conocimiento sobre que sistemas, equipos, responsables y repuestos se han utilizado (Serneguet, 2018).

Paso 5. Consultar los manuales de los equipos

Es necesario conocer las especificaciones y recomendaciones de los fabricantes, así como los plazos de garantía, en los manuales se encuentra la información que se debe introducir en el ERP, como la fecha límite de revisión, el tiempo de vida útil esperado, las recomendaciones de tipos de aceites o lubricantes a emplear y las medidas de seguridad (Serneguet, 2018).

Paso 6. Obligaciones legales

Las normas a cumplir en el mantenimiento son las siguientes:

- a) Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos (LPRL) (Serneguet, 2018).
- b) El Real Decreto 1215/1997 de Equipos de Trabajo (Serneguet, 2018).
- c) El Real Decreto 486/1997 de Lugares de Trabajo (los lugares de trabajo, instalaciones y equipos deberán ser objeto de mantenimientos preventivos) (Serneguet, 2018).
- d) El Real Decreto 1627/1997 de Obras de Construcción (Serneguet, 2018).

Paso 7. Designar a los responsables

En el ERP debe mantenerse el fichero maestro de todos los operarios que participan en el plan de mantenimiento. Los técnicos se pueden clasificar en base a grupos y especialidades, los técnicos concretos podrán realizar distintas intervenciones depende de que pertenezcan a un grupo o especialidad.

Cada técnico depende de su clasificación categoría tendrá un coste por hora, coste por desplazamiento, al imputarse las horas de trabajo de cada operario en los partes de trabajo se imputa el coste de mano de obra según las horas empleadas y la tarifa de ese empleado, cuando ya se tiene el coste de cada intervención (Serneguet, 2018).

Paso 8. Escoger el tipo de mantenimiento a realizar y planificarlo

En este paso se define las intervenciones en base a periodos de tiempo fijo establecidas a prioridades en base a métricas.

- a) Base a periodos de tiempo: a partir de estos parámetros de tiempo se crean conjuntos de intervenciones en el tiempo que serán lanzadas y ejecutadas cuando llegue su momento (Serneguet, 2018).
- b) Base a métricas e indicadores: La frecuencia de las intervenciones se programa en base a esas métricas (Serneguet, 2018).

Se debe tener en cuenta los siguientes aspectos al planificar el mantenimiento preventivo:

- Frecuencia de la realización de los trabajos.
- Para los trabajos a realizar se utilizan máquinas en marcha o parada (Serneguet, 2018).
- La posibilidad de realizar rutas de inspección para observar el correcto funcionamiento de la máquina y anticiparse así a posibles anomalías (Serneguet, 2018).
- Analizar los recursos necesarios y la duración de los trabajos (Serneguet, 2018).

Paso 9. Ejecutar las tareas del plan

Es el momento de realizar las intervenciones que se han definido en el punto anterior. Estas intervenciones suelen tener asociadas alertas que se saltan un tiempo antes de que se tengan ejecutar para ir inspeccionan.

Las intervenciones se ven reflejadas en partes de trabajo de los operarios en donde realiza contra las intervenciones que han planificado (Serneguet, 2018).

Paso 10. Revisión del plan, análisis e información

Un plan de mantenimiento preventivo es revisado con mucha frecuencia y se ajusta tras haber inspeccionado la información que den los informen, en esta fase es donde juegan un papel fundamental las herramientas (Serneguet, 2018).

II.1.5.1. Objetivos de un plan de mantenimiento preventivo

- a) Minimizar al máximo las acciones correctivas
- b) Reducir los gastos por mantenimiento y reparaciones

- c) Aumentar la disponibilidad de la maquinaria
- d) Alargar la vida útil de los equipos
- e) Aumentar la productividad de la maquinaria y el operador
- f) Evitar la pérdida de materia prima
- g) Reducir los riesgos de accidentalidad laboral

Dichos objetivos van ayudar de cierta manera en cada proceso del plan de mantenimiento preventivo ya que se planifican los recursos y tareas necesarias para aplicarlo al plan, se aumenta la productividad, los equipos funcionan sin ningún desperfecto y eso hace que se ahorre tiempo, es decir que no se pierde tiempo por algún equipo o maquina en mal estado.

El módulo de mantenimiento industrial de un ERP en su implementación se considera como la solución a las necesidades porque proporciona un control de las acciones de mantenimiento de los equipos, se gestionan los cambios para asegurar su disponibilidad y automatiza los planes preventivos para aumentar la eficiencia (Serneguet, 2018).

Cuadro 1

Módulo de mantenimiento Industrial de un ERP

	<p>Inventario centralizado de activos a mantener: De la organización (máquinas, instalaciones vehículos entre otros junto con sus componentes y subcomponentes, líneas de máquinas, grupos funcionales, accesorios, recambios así como características técnicas y documentación asociada.</p>
	<p>Mantenimiento predictivo/preventivo y correctivo: Del parque de activos a mantener, para evitar al máximo paradas en la operativa de la compañía, se gestiona el lanzamiento y reporte de las intervenciones a realizar, así como el suministro y equipamiento de todo el material necesario para llevar a cabo cada intervención.</p>
	<p>Control total del mantenimiento Industrial: Con la información recopilada en las tareas de mantenimiento, se permite llevar un análisis de costes, intervenciones y disponibilidad por activo, indicadores de fiabilidad y mantenibilidad entre otros aspectos, para una toma de decisiones acertada y en el momento oportuno por parte de los responsables del mantenimiento.</p>
	<p>Integración con cualquier aplicación corporativa: de la organización: ERP, RRHH, BPM, entre otras.</p>

Fuente: (Sernequet, M. 2018).

El plan de mantenimiento preventivo va ayudar a que los equipos o máquinas industriales de una empresa se mantengan en perfecto estado, es decir que el fin de aplicar este tipo de plan es que destina la conservación de equipos o instalaciones mediante la realización de inspección y limpieza, lo cual garantiza el perfecto funcionamiento de las máquinas y fiabilidad.

Otra característica por donde se puede identificar un plan de mantenimiento preventivo es que tiene como finalidad evitar fallos en el equipo de trabajo.

II.2. Mantenimiento

Es la disciplina y profesión de la aplicación de los conceptos de ingeniería al mantenimiento para la optimización de los equipos, procedimientos presupuestos. Que tienen por objetivo garantizar la fiabilidad y disponibilidad de los recursos de una organización mediante el mantenimiento y eléctrico (Riera, 2012).

La técnica de gestión de equipos se lleva a cabo con un cuestionario bien detallado, de acuerdo con los criterios de mantenimiento, da lugar a una valoración desglosada en secciones o capítulos, que contiene aspectos importantes y específicos de la maquinaria (Riera, 2012).

Es asegurar que los activos continúen en el desempeño de las funciones para las que fueron creados (Mishra, 2006).

Es el conjunto de trabajos necesarios para asegurar el buen funcionamiento de las instalaciones, máquinas y equipos (Mishra, 2006).

Es el grupo de normas y técnicas determinadas para la preservación de la maquinaria e instalaciones de una planta industrial, para suministrar un mejor rendimiento durante un mayor tiempo posible.

La Asociación Francesa de Normalización (AFNOR), define el mantenimiento como un conjunto de actividades destinadas a mantener o a restablecer un bien a un estado o a unas condiciones dadas de seguridad en el funcionamiento, para cumplir con una función requerida. Estas actividades suponen una combinación de prácticas técnicas, administrativas y de gestión (Boucly, 1998, p. 19).

El estudio sistemático de la documentación así obtenida permitirá la estimación del nivel de conservación y deterioro, así como la incidencia que estos dos aspectos pueden tener sobre el riesgo y grado de protección existente. Por ese motivo, los programas de mantenimiento se deben considerar herramientas de gestión preventiva

y predictiva, ya que limitan el riesgo de ocurrencia de accidentes y garantizan la seguridad de las personas y de las instalaciones (Riera, 2012).

La finalidad del mantenimiento es mantener en condiciones operables el equipo e instalación y restituir el equipo a las especificaciones de funcionamiento predeterminado; con eficiencia y eficacia para alcanzar una productividad máxima (Mishra, 2006).

No existen elementos componentes ideales, consecuentemente tampoco equipos ideales, todos, en diferentes rangos sufren degradaciones que aumentan con el tiempo de su utilización; estas degradaciones, básicamente causan anomalías y averías.

Entendiéndose como condición normal de un equipo, el estado en el cual trabajan dentro de sus especificaciones, puede mantener su nivel productivo, optimizan los recursos, con la calidad exigida, con la seguridad necesaria, sin pérdidas energéticas y con control de la contaminación ambiental, toda desviación de esta tolerancia es el efecto de una anomalía o avería; si no las evitamos o eliminamos una vez aparecidas, no se mantiene esa condición, reducen la capacidad productiva del equipo y por tanto las competencias de la empresa (Navarro, 197).

Anomalía/defecto

Suceso en un equipo o cualquiera de sus elementos, que denota, que éste experimenta un estado fuera de su condición normal de utilización; pero, que no determina indisponibilidad.

Es progresiva, permite prever su aparición y dar seguimiento a su evolución, ya que está relacionada con el desgaste, desajustes, ruidos, etc.; proporcionan tiempo para evitar las averías (Navarro y otros, 2003, p. 27).

Avería/fallo

Suceso no previsible, en un equipo o cualquiera de sus elementos, que denota, que éste experimenta un estado fuera de su condición normal de utilización, fuerzan su indisponibilidad.

Tiempo de demora para anomalías

Es el periodo de tiempo, desde que la anomalía es detectable hasta cuando se convierte en avería. En este parámetro, se fundamenta la inspección predictiva y su acción preventiva. Un equipo que presenta una anomalía o avería demanda mantenimiento. Generalmente, se conocen dos métodos básicos de acuerdo a las exigencias de mantenimiento, correctivo y preventivo.

Sin embargo, el desarrollo de cada uno de estos métodos y el estudio de las averías, ha devenido en nuevas técnicas de organización, supervisión, amplitud y frecuencia de ejecución, etc., derivannuevos métodos dentro de estos dos fundamentales, algunos de cuales pueden combinarse e interrelacionarse para una ejecución eficaz.

II.2.1. Objetivos fundamentales de todo tipo de mantenimiento

Los objetivos de un mantenimiento son esenciales para todo proceso, esto va ayudar a que se tenga claro lo que se quiere alcanzar o lograr, los objetivos para todo tipo de mantenimiento son los siguientes:

- a) Evitar, reducir y reparar fallas sobre los bienes precitados (Riera, 2012).
- b) Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar (Riera, 2012).
- c) Realizar detenciones o paros oportunos a las máquinas (Riera, 2012).
- d) Evitar accidentes que pueda resultar como efectos de un mantenimiento no adecuado (Riera, 2012).

- e) Evitar incidentes y aumentar la seguridad para cada persona (Riera, 2012).
- f) Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación (Riera, 2012).
- g) Balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente al lucro cesante(Riera, 2012).
- h) Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes (Riera, 2012).

También se puede decir que con los objetivos se garantizar la disponibilidad y la confiabilidad de los equipos e instalaciones.

Satisfacer los requisitos del sistema de calidad de la empresa.

Se cumplen todas las normas de seguridad y medio ambiente.

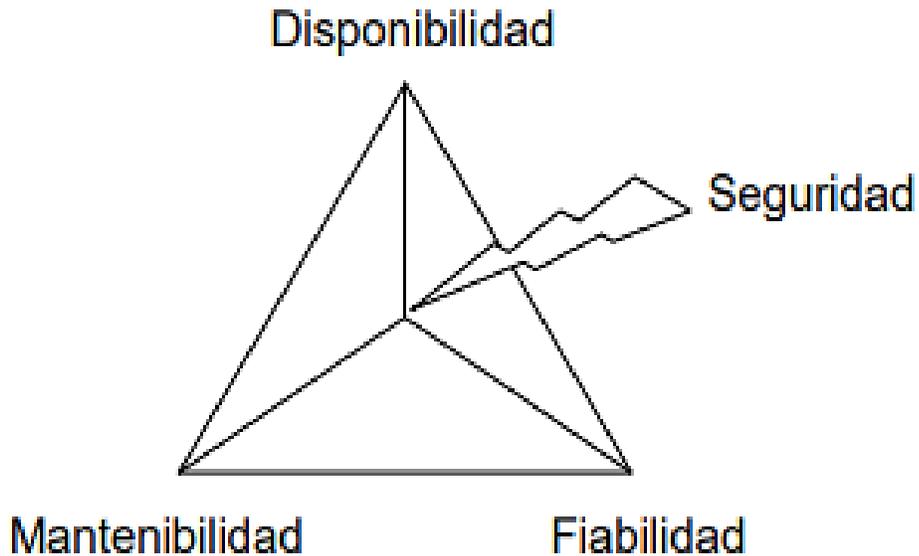
Se Maximiza la productividad y eficiencia.

El mantenimiento incide, por lo tanto, en la calidad y cantidad de la producción.

La vida útil de los bienes se prolonga con un mantenimiento adecuado, se obtiene un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas, en la siguiente figura se puede observar los lineamientos en la que será justificado el proyecto.

Figura 5

Sostenibilidad del proyecto



Fuente: (Riera, 2012).

II.2.2. Niveles del mantenimiento

Un mantenimiento predictivo es aquello que se considera como una serie de técnicas y procesos que permiten visualizar o determinar las condiciones del funcionamiento y de servicio de equipos para determinar cuándo debe de realizarse mantenimiento a las máquinas, para evitar cualquier contra tiempo que afecta la producción. Por su situación geográfica se clasifican los niveles de mantenimiento (Prodwareblog, 2018).

Los niveles del mantenimiento sirven para especificar el mantenimiento que se le va a realizar a cualquier tipo de maquinaria, depende del problema que la maquina o el equipo tenga, depende de la magnitud del sufrimiento que estos equipos tengan así será su mantenimiento. Es por eso que existen los niveles de mantenimiento, en el cuadro 2 se puede observar de forma gráfica los tipos de niveles del mantenimiento.

Cuadro 2

Niveles de mantenimiento

NIVELES		CATEGORÍAS				Observaciones
Situación Geográfica	Alcance de las acciones	Predictivo	Preventivo	Correctivo	Otros	
Organizacional u Orgánica	I Escalón					Usuario u operador
	II Escalón					Técnico + Auxiliar
Intermedio o de Apoyo	III Escalón					Equipo de Mtto.
	IV Escalón					
Depósito o de Fábrica	V Escalón					Especialista

Fuente: (Riera, 2012).

Un mantenimiento predictivo es aquel que es considerable como el que reduce costes operativos y donde gracias a la renovación de la tecnología los clientes quedan satisfechos, donde en costes operativos se genera un ahorro de un 20%, al prevenir posibles averías y predecir fallos antes de que ocurran y al racionalizar el uso de recursos que se limita a casos imprescindibles. El mantenimiento predictivo tiene también la característica de que reduce costes por desplazamiento de equipos, así como las acciones de reparación (Prodwareblog, 2018).

El mantenimiento significa o se refiere a que el personal profesional encargado de operativizar las maquinas deberá chequearlas con frecuencia para determinar alguna imperfección o falla que la maquina pueda tener para su correcta función.

Para llevar a cabo un mantenimiento es necesario planificarlo con la ayuda de parámetros y condiciones de funcionamiento del equipo que evaluado, con la

tecnología se puede llevar un seguimiento en tiempo real de todos los parámetros. Existen dos tipos de variables que se pueden medir, los cuales son:

a) Datos internos

b) Datos externos

II.2.2.1. Mantenimiento correctivo

Se refiere el conjunto de acciones ejecutadas para a corregir incidencias que van presentándose, es completamente reactivo, la acción se lleva a cabo una vez que se ha producido la incidencia.

A partir de ahí los usuarios informan al departamento de mantenimiento que diagnostica las causas y trata de buscar soluciones. Este nivel de mantenimiento no permite actuar de manera proactiva antes de que se produzca el fallo (Prodwareblog, 2018).

Comprende el mantenimiento que se lleva con el fin de corregir los defectos que se han presentado en el equipo. Se clasifica en:

- No planificado.

Es el mantenimiento de emergencia. Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales).

- Planificado.

Se sabe con antelación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios para efectuarla correctamente.

Actividades ejecutas en un equipo después de que se ha producido la avería, con el objetivo de restablecerlo (por reparación) a unas condiciones establecidas para una función requerida.

Estas averías ocasionan paradas imprevistas; por tanto, causan indisponibilidad del equipo, lo que demanda acciones de reparación emergente, que difícilmente pueden ser planificadas con anticipación.

El mantenimiento correctivo sigue los siguientes pasos: localización y diagnóstico de las averías, reparación con o sin sustitución de elementos, ajustes/reglajes y pruebas de funcionamiento.

Siempre que los costos de inspección sean superiores a los de un elemento nuevo y siempre que la frecuencia de inspección sea mayor al tiempo de vida útil de los componentes, se debe optar por mantenimiento correctivo (Padilla, 2019).

II.2.2.2. Mantenimiento preventivo

El objetivo de este tipo de mantenimiento es mantener un nivel de servicio determinado en los equipos mediante la planificación de acciones de mantenimiento orientadas a evitar que se produzcan incidencias y fallos (Prodwareblog, 2018).

Es el mantenimiento que se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas, y mantener en un nivel determinado a los equipos, se conoce como mantenimiento preventivo directo o periódico, por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo; se basa en la confiabilidad de los equipos.

Según Padilla (2019), actividades planeadas que se realizan a una frecuencia determinada para contrarrestar las anomalías y sus causas, procuran evitar las averías potenciales. Incluye: inspecciones sistemáticas parciales o generales, medición o monitoreo de parámetros, ajustes, tareas de conservación, lubricación y eliminación de anomalías.

Su ejecución trata de asegurar la máxima disponibilidad y confiabilidad del equipo; por tanto, se realiza en el momento más oportuno, necesita de un alto grado de conocimiento del equipo y de una organización muy eficiente (Padilla, 2019),

Mantenimiento favorable y eficaz para equipos de tipo electromecánico, gran parte de cuyas averías son atribuibles al desgaste, resultan relativamente previsibles. Para determinar el período óptimo de revisión o sustitución de un elemento, se basa en el tiempo o en las condiciones (Padilla, 2019),

II.2.2.3. Mantenimiento basado en las condiciones

Se puede realizar, planificar, adelantar o atrasar las intervenciones del mantenimiento a partir de la monitorización del funcionamiento de los equipos, del diagnóstico realizado a partir de las acciones correctivas o de las preventivas y en base a las condiciones que trabaja el aparato, de su entorno, de su utilización o de su patrón de funcionamiento (Prodblog, 2018).

II.2.2.4. Mantenimiento predictivo

Predice cuando van a producirse averías y las soluciones antes de que sucedan, en base a toda la información recogida, a las condiciones de funcionamiento y a las acciones realizadas previamente (Prodblog, 2018).

Este mantenimiento está basado en la inspección para determinar el estado y operatividad de los equipos, mediante el conocimiento de valores de variables que ayudan a descubrir el estado de operatividad; esto se realiza en intervalos regulares para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas

Para este mantenimiento es necesario identificar las variables físicas (temperatura, presión, vibración) cuyas variaciones ya han aparecido y pueden causar daño al equipo.

Es el mantenimiento más técnico y avanzado que requiere de conocimientos analíticos y técnicos y necesita de equipos sofisticados.

II.2.2.5. Mantenimiento prescriptivo

Tiene relación con la evolución del mantenimiento predictivo, basado en ese modelo y en la posibilidad de detectar una posible rotura en un momento determinado, en la fiabilidad del producto o las condiciones de trabajo, el sistema detecta desviaciones en los parámetros normales y propone acciones correctoras (Prodwareblog, 2018).

II.2.3. Categorías del mantenimiento

El mantenimiento sobre las máquinas tiene que poseer un nivel de intensidad racional. Por intensidad se puede entender la cantidad de operaciones que se planifican y la periodicidad con que se ejecutan.

No es tarea fácil de determinar la intensidad que debe tener el mantenimiento programado sobre la máquina dada. Han existido tres líneas de trabajo para solucionar este asunto.

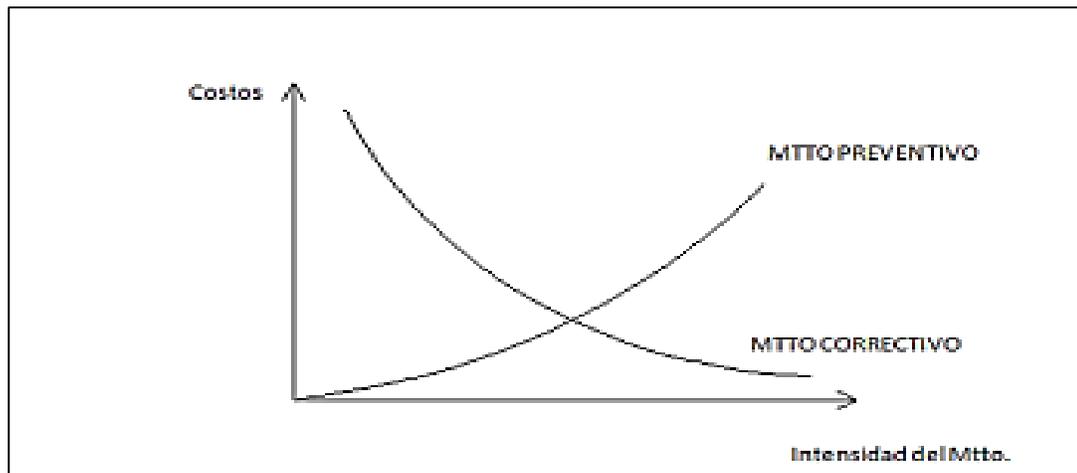
a) La aceptación de las recomendaciones del fabricante para establecer las operaciones y periodicidades:

Se considera que es una fórmula que se aleja de lo racional, toda vez que el fabricante no pueda conocer las posibles condiciones de explotación de sus equipos y tiene que limitarse a recomendaciones par condiciones de evitar problemas y conservar el prestigio, todo a costa de los costos del explotador.

b) La búsqueda de puntos óptimos es otra línea de trabajo que son encargadas de detectar el nivel adecuado de la intensidad de mantenimiento, en la siguiente figura se muestra el comportamiento de los costos del accionar preventivo y correctivo para diferentes niveles de intensidad del mantenimiento preventivo.

Figura 6

Relación entre costos preventivos y correctivos al variar la intensidad del mantenimiento preventivo



Fuente: (Riera, 2012).

II.2.4. Los repuestos y materiales de mantenimiento

- a) Necesidades de los vehículos en cuanto a repuestos y materiales para su mantenimiento
- b) Sección de los repuestos y materiales
- c) Fijación de stocks
- d) Gestión de stocks
- e) Gestión de almacén de recambios

II.3. Mantenimiento predictivo

Según Garrido (2003), una división clásica comúnmente incluye mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo y mantenimiento predictivo como elementos principales. De allí en adelante que se han hecho subdivisiones de cada uno y se ha profundizado en ellos de acuerdo a las necesidades de cada campo de aplicación.

El mantenimiento predictivo es un conjunto de técnicas instrumentadas de medida y análisis de variables para caracterizar en términos de fallos potenciales la condición operativa de los equipos productivos, basado en la Organización internacional de Estandarización, conforme a esta norma, la misión principal del mantenimiento predictivo es optimizar la fiabilidad y disponibilidad de equipos al mínimo costo (Garrido, 2003).

El mantenimiento predictivo es un tipo de mantenimiento que relaciona una variable física con el desgaste o el estado de una máquina. El mantenimiento predictivo se basa en la medición, seguimiento y monitorización de parámetros y condiciones de funcionamiento de un equipo o instalación. Para ello, se definen y gestionan los valores de pre alarma y actuación de todos los parámetros que se consideran necesarios para medir y gestionar.

La definición de ISO 2041 deja bastante claro cuál es el alcance del mantenimiento predictivo; que es más que reparar equipos cuyas fallas fueron detectadas con alguna técnica predictiva. Se recuerda que, la mayoría de equipos industriales no fallan intempestivamente y dejan de trabajar (Garrido, 2003).

Los equipos comienzan a fallar paulatinamente en un periodo de semanas o meses, y suele dar señales de ello a medida que fallan. Resulta fácil entonces comprender que ninguna otra estrategia brinda mayor margen de tiempo para la planeación de intervenciones de mantenimiento y por ello, se debe considerar como la fuente número uno de mantenimiento planificado.

El mantenimiento predictivo es una técnica para predecir el punto futuro de fallo de un componente de la máquina, de modo que el componente puede ser reemplazado, basándose en un plan, justo antes de que falle. De este modo, se minimiza el tiempo de inactividad de los equipos y se maximiza la vida útil de los componentes (Garrido, 2003).

El mantenimiento predictivo es una serie de acciones y técnicas que se aplican con el objetivo de detectar posibles fallas y defectos de la maquinaria en las etapas incipientes para evitar que estas fallas se manifiesten en una mayor duración durante su operación, evitan que causen paros de emergencia y tiempos muertos, causan un impacto financiero negativo.

Su misión es mantener un cierto nivel de servicio en el equipo mediante la programación de revisiones en el momento más oportuno. Suele ser de carácter sistemático, es decir, interviene, aunque el equipo no haya dado muestras de tener problemas.

El mantenimiento es un tema o en otras palabras se puede definir como una actividad indispensable, la cual es importante que se realice a todo tipo de camiones para que su función sea la correcta. Es por eso que se detallan los diferentes tipos de mantenimiento para saber cuál es el adecuado que se debe realizar al transporte de carga pesada.

El requisito para la aplicación de una técnica predictiva es que la falla incipiente genere signos o síntomas de su existencia, tales como alta temperatura, ruido, ultrasonido, vibración, partículas de desgaste y alto amperaje, entre otros.

Las técnicas para detectar fallos y defectos de la maquinaria varían desde el uso de los sentidos humanos (oído, vista, tacto y olfato), hasta el uso de datos de control de procesos y control de calidad, el uso de herramientas estadísticas y técnicas de moda como el análisis de vibraciones, la termografía, la tribología, el análisis del circuito del motor y el ultrasonido.

II.3.1. Mantenimiento basado en condición

Según Garrido, (2003) el mantenimiento predictivo se sub divide en dos partes; mantenimiento basado en condición y mantenimiento predeterminado.

Este estudio se enfocará en el primer tipo mencionado, específicamente en el monitoreo de condición, es fácil en este punto confundir las definiciones de mantenimiento predictivo y mantenimiento basado en condición, debido a que usualmente son usadas indistintamente.

El objetivo del mantenimiento basado en la condición es conocer el estado de la maquinaria, de forma que su funcionamiento pueda determinarse de forma segura y eficiente.

Las técnicas de monitoreo están dirigidas a medir variables físicas que son indicadores del estado de la máquina y a través de un análisis, realizar la comparación con valores de referencia de acuerdo a la normativa, para determinar si se encuentra en buen estado o en estado de deterioro (Garrido, 2003).

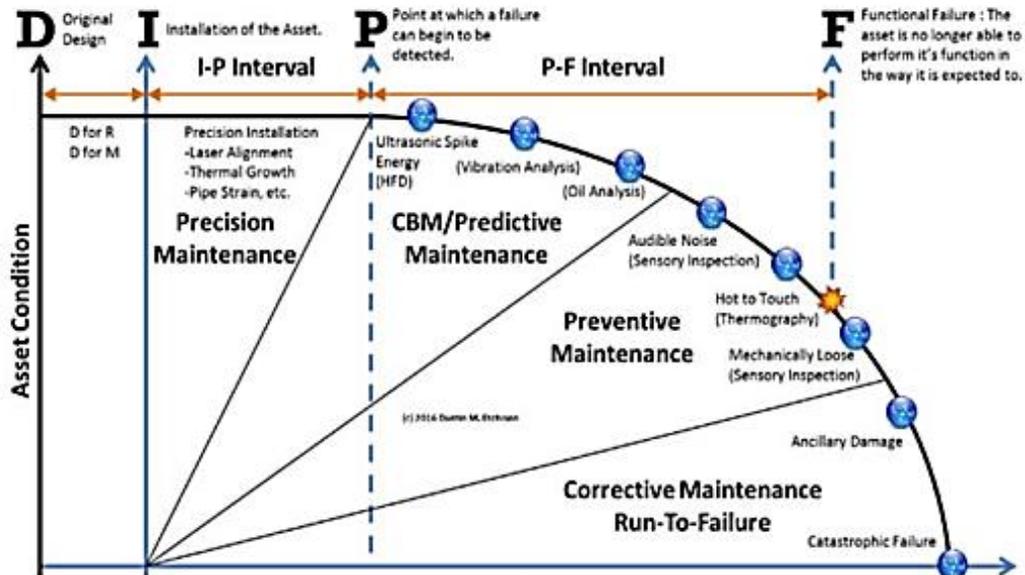
La monitorización del estado es una herramienta poderosa para aumentar la productividad y la competitividad.

La selección de la maquinaria a incluir en estos programas depende de un análisis de su criticidad, coste, disponibilidad, requisitos de seguridad y medioambientales, fiabilidad esperada y el impacto de su fallo (Garrido, 2003).

Se pueden lograr establecer las condiciones mecánicas, eléctricas y dinámicas de los sistemas en operación, con la detección de fallas insipientes que permiten realizar el mantenimiento de forma proactiva, evitan mantenimientos correctivos no programados.

Figura 7

Dominio del monitoreo de condición y porqué se usa indistintamente con el mantenimiento predictivo



Fuente: Garrido, (2003).

Este concepto del mantenimiento basado en condiciones fue impulsado desde la década de los años 40, la pionera en este rema fue la compañía Rio Grande, desde su inicio se le denominó predictivo, para predecir las posibles fallas que puedan presentar las máquina o equipos.

El mantenimiento predictivo es el mantenimiento basado en el desempeño y/o monitoreo de parámetros y las sub siguientes acciones. También se considera como la estrategia de toma de decisiones en donde la decisión de efectuar un mantenimiento, se realiza como resultado de la observación de las condiciones de un sistema o sus componentes (Garrido, 2003).

Los británicos mantienen estándares que definen políticas de mantenimiento que corresponden a deterioros de que se presentan de manera significativa en los motores

de los equipos industriales, el monitoreo tiene que ser estricto para prevenir las posibles fallas que los motores puedan presentar.

Se ejecutan evaluaciones en tiempo real, es decir que esta monitoreo se realiza mientras la máquina o equipo está en funcionamiento, para diagnosticar la condición de los componentes, en calendario se tiene que realizar desarme del motor de los equipos para realizar un diagnóstico de las piezas de manera específica y prever si presentara algún tipo de falla.

Las definiciones de la norma ISO 2041:2009, resultan muy útiles para formarnos una idea bastante certera del mantenimiento basado en condición, el monitoreo de condición es una política de mantenimiento que ejecuta acciones de conservación antes que suceda una falla, al evaluar la condición de un equipo, que incluya condiciones ambientales y prediga el riesgo de falla en tiempo real, basándose en la recolección de datos (Garrido, 2003).

II.3.2. Tecnologías END

Los distintos resultados en las curvas que se puedan presentar en este sistema son los que se pueden utilizar para detectar las fallas incipientes de los equipos; sin embargo, pueden no ser las mismas en cada caso, cada proceso posee singularidades que exigirán equipos específicos para el monitoreo de su condición. De manera informativa se puede mencionar la inspección visual, el ultrasonido, el análisis de vibraciones, la termografía, el análisis de lubricantes, las pruebas eléctricas estáticas, entre otras. Las 2 técnicas de ensayos no destructivos a aplicar en este caso se describen a continuación (Garrido, 2003).

II.3.3. Vibración simple

Es una vibración cuya representación en el dominio del tiempo son las ondas sinusoidales y son la representación de las señales más puras de vibración. De una señal de vibración u onda sinusoidal se tiene: la amplitud X , el período P y la

frecuencia F ; la frecuencia es el recíproco del período y es usualmente medida en Hz (ciclos/s) (Garrido, 2003).

En el contexto de vibraciones, la amplitud es la cantidad de movimiento que puede tener un cuerpo a partir de un punto de equilibrio o neutral, se mide regularmente en valores pico-pico para desplazamiento y valores cero-pico y RMS para velocidad y aceleración. Otro elemento importante en vibraciones es la fase, que realmente es la separación en tiempo entre dos señales y se miden en grados.

II.3.4 Vibración compuesta

En el campo de las máquinas, es la resultante de todas las señales sinusoidales de todos los componentes que se encuentran en las máquinas (Garrido, 2003).

II.3.5. Prevención de fallas

Las organizaciones realizan planificaciones y programas de mantenimiento para que ninguna falla se les presente, por lo regular se mitiga en gran parte las fallas, pero por los desgastes de los equipos, estas suelen presentarse (Mora 2009).

Pero si una pieza a la que se le da mantenimiento y se tiene monitoreada constantemente se le percibe desgaste esto se convierte en prevención de falla, para lo cual se debe realizar una planificación para el cambio de la pieza o del equipo de ser necesario.

Las actividades de mantenimiento tienen que arrojar datos sobre los desgastes de las piezas de los equipos o componentes, esto varía porque hay ocasiones en que se reparan artes o se remplazan o hasta una reparación total del equipo, o simplemente un simple servicio mecánico

Las mediciones y chequeos que se obtienen de los funcionamientos de los equipos se relacionan directamente en la programación de los mantenimientos preventivos, ya que en ellos se reportan si existen vibraciones, temperaturas inadecuadas durante su

funcionamiento, derrame de combustible o aceites, reducción de velocidades o sonidos diferentes al del funcionamiento normal (Mora 2009).

Para los equipos que utilizan rodamientos son eventuales las fallas que estos presentan durante su ciclo de vida, estos equipos presentan fallas en los rodamientos si hay una mala o indebida lubricación en los rodamientos o falta de limpieza debido a que la suciedad se solidifica dentro de cojinetes, se espera que la única falla que estos puedan presentar es por fatiga en su uso, porque al instalarse se alinean, se sellan, se lubrican y por lo general se mantienen aislados de las temperaturas o vapores que la maquinaria pueda expedir.

II.2.2.5. Tipos de inspecciones

Esto se relaciona a las condiciones de la planta porque cada planta es distinta a otra con distintas condiciones, pero todos los mantenimientos generalmente incluyen los equipos, maquinarias, estructura y edificaciones de las organizaciones (Mora 2009).

- a) Equipo vital, Si la falla que presenta el equipo provoca pérdida en la producción o que sea de costos elevados, y provoca daños a los operarios, es justificado programarlos en mantenimiento preventivo.
- b) Equipos de emergencias, algunas organizaciones poseen equipos para reemplazar temporalmente al dañado para no detener la línea de producción, si es el caso estos se deben de incluir en los programas de mantenimientos.
- c) Costos menores, los costos en los mantenimientos preventivos suelen ser menores que una parada general de los procesos o hasta una pérdida de la producción, también se reducen costos al no realizar cambios complejos de piezas por falta de mantenimiento preventivo o cambio de equipo o maquinaria.
- d) Costos innecesarios, si se tiene registros y reportes que algún equipo ya esta cumpliendo de su tiempo de vida y lleva a los días los mantenimientos programados

o el equipo ya está obsoleto o se necesita actualizar, sería un gasto innecesario programar mantenimiento preventivo (Mora 2009).

Hay equipos que son operados por operarios esto dependerá del personal técnico si lo incluye en el programa de mantenimiento preventivo, para lo que debe considerarse lo siguiente:

Si la falta de mantenimiento o ajuste de los equipos son vulnerables a fallas o daños a las personas, en la producción o en otros equipos, debe de incluirse en los programas de planificación de mantenimientos preventivos.

La determinación de incluir estos equipos en los planes de mantenimiento preventivo dependerá de los equipos con que cuente la organización, para ello existe un inventario el cual se debe tomar en cuenta para realizar dicha programación (Mora 2009).

II.3.6. Frecuencias de inspecciones

Estas frecuencias son decisiones del especialista que realiza los programas de mantenimiento tomar en cuenta las recomendaciones del fabricante y la experiencia de los operarios, tiene que ser una persona especializada en el equipo o con una vasta experiencia de ellos (Mora 2009).

Caer en un exceso de inspecciones sería realizar gastos innecesarios para la organización, se debe de planificar periódicamente al ser necesario por horas de funcionamiento o por volumen de producción o cantidad de producciones, el no programar bien resultaría en paradas de los equipos en emergencias (no programadas), o reemplazos prematuros de componentes y piezas. Tomaren cuenta lo siguiente:

a) Edad y condiciones, los equipos de mayor antigüedad y en condiciones de funcionabilidad bajo un 80% son los que necesitan servicios con más frecuencias, pero si estos equipos serán reemplazados, es de bajo costo realizar una inspección.

b) Profundidad de servicio, se aplica a los equipos que necesitan de repetitivas inspecciones y mantenimientos para evitar que su falla sea mayor (Mora 2009).

c) Requerimientos de seguridad, equipos que puedan afectar la seguridad integral de los operarios o a otros equipos, tomar en cuenta si estos equipos son repetitivos en provocar accidentes o fallas parciales o toles, para realizar mayores controles de seguridad en la planta.

d) Tiempos, los fabricantes de los equipos industriales realizan recomendaciones para las inspecciones de mantenimiento o para reemplaza ciertas partes, piezas, lubricantes, algunas recomendaciones son por horas de funcionamiento o por volúmenes de producción según su capacidad.

e) Vulnerabilidad de averías o fallas, si en los reportes de los operarios hay información que el equipo presenta vibraciones, temperaturas altas no habituales debe de realizarse una evaluación de inspección de la posible falla que se presente antes que esta sea mayor.

f) Desgaste, esto suele pasar por el uso prolongado de los equipos, sufren de fatiga normal, por falta de una buena lubricación en los rodamientos, engranajes, suciedad o corrosión, se debe realizar la limpieza de las piezas no se ejecutan correctamente o la lubricación es pobre las piezas sufren desgastes de manera acelerada provoca costos innecesarios en el cambio de piezas.

g) Ajustes, no ajustar debidamente los equipos con las especificaciones de los fabricantes podría afectar en el funcionamiento y presentar falla parcial o total.

La experiencia juega un papel importante para programar las frecuencias de inspección, para lo cual se debe tomar en cuenta la opinión o recomendaciones que realizan los operarios, ellos son los que interactúan mayor tiempo con los equipos, analizar los resultados de los programas mediante el control de costos (Mora 2009).

II.3.7. Programa de mantenimiento

Todas las organizaciones deben establecer programas de mantenimientos para conservar los equipos de la planta y por ende de los equipos, esto causara para minimizar los costos en reparaciones complejas, para ello se debe conocer y capacitarse en los equipos desde que estos son comprados o cambiados (García, 2003).

En la elaboración de los programas de mantenimiento preventivo se debe considerar las características del equipo o maquinaria, para brindarle a cada equipo lo que requiera para su adecuado funcionamiento, no todos los equipos tienen distintos tamaños y características por lo cual se deben tener planes específicos para los mantenimientos.

La elaboración de los documentos, los registros y estadísticas que arrojen los mantenimientos serán útiles en la planificación de los nuevos programas y planes, debido a que se cuentan con datos reales y certeros para ello, ayuda a la organización para que los equipos tengan una vida larga (García, 2003).

a) Administración de los programas de mantenimientos, es el objeto de reunir un equipo de trabajo quienes son los encargados de ejecutarlo, se designará un jefe de equipo o encargado quien debe de asumir el compromiso sin titubear y dar directrices, girar instrucciones para el éxito del plan, luego de haber coordinado la ejecución del plan y de haber delegado las responsabilidades del caso se procede a ejecutar lo planificado.

b) Control de programas de mantenimiento, estos se deben de ejecutar con todos los procesos con los cuales fueron programados, mantener una supervisión constante para que no haya ninguna desviación de lo planificado.

c) Inventarios de instalaciones, se realiza una lista de todos los equipos, maquinarias, construcciones de concreto y construcciones metálicas de la organización para ser

identificada con códigos para ayudar en los procesos de la planificación de los mantenimientos, en esos códigos se deberá de identificar los equipos y funciones y ubicación dentro de la planta.

d) Identificación, los equipos deben de ser debidamente identificados y con las características de funcionalidad y capacidades que posee, esto con el objeto de ayudar a la planificación de los programas de mantenimiento.

e) Control de registro, llevar un registro de las instalaciones en archivo electrónico o papel donde se detallen aspectos técnicos acerca de los equipos que están dentro de ellos, estos datos son los que utilizarán los técnicos o las personas encargadas de realizar los programas de mantenimiento (García, 2003).

Entre las características que debe llenar están las siguientes: ubicación, fabricante, fecha de fabricación, serie, capacidades, revoluciones (si las hay), combustibles, conexiones, dimensiones, manuales de operación, servicios y mantenimientos que se le hayan ejecutado.

f) Programas específicos, se deben de elaborar para cada equipo o en cada etapa del mantenimiento este ubicado el equipo, o de ser necesario se realizan en las distintas piezas como de molido, arranque, velocidad etc.

Este lleva una lista de las actividades en el mantenimiento que se deben ejecutar en los equipos, previo a esta lista se tuvo que ver los controles y hoja de registros de cada uno de los equipos, maquinarias y edificaciones (García, 2003).

Es de importancia tener en cuenta a frecuencia de los mantenimientos de los equipos como de los técnicos que intervendrán, los tiempos que la maquinaria se detendrá herramientas que se utilizarán, materiales y dar especificaciones si es necesario mover los equipos o algunas piezas de ellos.

g) Especificaciones de los procesos, para ello se elabora un documento donde se describe los procedimientos para cada equipo, el objetivo de esto es poder brindar al equipo el mantenimiento adecuado porque va en detalle lo que se le tienen que ejecutar (García, 2003).

II.3.8. Costos asociados de mantenimiento

En el desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo se encuentran diferentes variables las cuales generan unos costos representativos para la empresa, que al fin de cuentas estos costos son introducidos en el precio final del producto a entregar, mejora la calidad en éste ya que se tendrá un control operativo de todos los equipos de la empresa (García, 2003).

Estas variables son:

- Costos de intervención del equipo, hace referencia a la mano de obra empleada para la ejecución de la actividad del mantenimiento.
- Costos de repuestos y consumibles, se refiere a los insumos necesarios como los lubricantes, gasolina, repuestos, etc. Necesarios en la maquina intervenida.
- Costos maquinaria y/o herramienta contratada, se refiere a los costos de alquiler de equipos diferentes y necesarios para la reparación de la máquina.
- Costos de seguros para los equipos, son seguros se adquieren para las maquinas por daños posibles, para buscar que sea restituida fácilmente por la empresa aseguradora (García, 2003).

II.4. Mantenimiento de cabezales

Sistema de mantenimiento “Conjunto de procesos que trabajan de manera combinada, para alcanzar los objetivos de mantenimiento, defendidos por la empresa dentro de sus metas”. (Tavares, 2000, p. 289).

Siempre se deben de seguir al pie de la letra las instrucciones de mantenimiento preventivo ya que esto tiene diferentes grados de dificultad. El conductor puede realizar todas aquellas actividades que tienen un bajo nivel de dificultad, o de igual manera pueden ser realizadas por el propietario/operador. Las tareas más difíciles deben ser realizadas por un técnico o la concesionaria que cuente con el entrenamiento y equipo especializados. Siempre siga las recomendaciones del fabricante del dispositivo retro adaptado.

II.4.1. Mantenimiento de cabezales

Sistema de mantenimiento “Conjunto de procesos que trabajan de manera combinada, para alcanzar los objetivos de mantenimiento, defendidos por la empresa dentro de sus metas”. (Tavares, 2000, p. 289).

II.4.2. Actividades de mantenimiento

Las actividades y procesos de mantenimiento son ejecutadas por el personal de mantenimiento que está conformado por técnicos y mecánicos, la mayoría de mantenimientos que ellos realizan son mantenimientos preventivos y predictivos, para ello la empresa deberá de poseer un lote de insumos que son necesarios para el mantenimiento, algunas empresas cuenta con el software denominado Pro-Link, este se utiliza en la realización de diagnósticos rutinarios de los mantenimientos preventivos de materia electrónica y del estado de manera general del motor, como fallas de sensores o sugerir ajustes (Tavares, 2000, p. 289).

II.4.3. Mantenimiento específico

En la mayoría de empresas los tipos de mantenimiento que se ejecutan son predictivos, preventivos y correctivos, existen algunas actividades de mantenimiento que se realizan sin el consentimiento de la gerencia, o jefe de mantenimiento, estos suelen ser rutinarios o de cajón, pero es importante introducirlos en los manuales de mantenimiento para que todos los aspectos de mantenimiento queden enmarcados.

a) Correctivo: Consiste en los procesos que el personal de mantenimiento ejecuta al presentarse una falla en el motor o en alguna parte de los complementos, al presentarse este tipo de fallas en carretera el equipo de mantenimiento tiene que desplazarse algún lugar con los repuestos o insumos que utilizarán para poner en funcionamiento el cabezal, si los costos de este mantenimiento son elevados por la distancia como por ejemplo este en otro país, se optará por la subcontratación de una empresa de mantenimiento para cabezales de ese país (Tavares, 2000, p. 289).

b) Preventivo: En este mantenimiento se ejecutan tareas de limpieza, lubricaciones y engrases que son realizados por los técnicos de mantenimiento, para realizar estos mantenimientos en los cabezales se toma como referencia el kilometraje de recorrido del cabezal, luego se programa el kilometraje para el siguiente mantenimiento.

c) Reparación mayor: Para realizar este mantenimiento se tiene que presentar una falla en el motor, caja, diferencial, trenes de rodaje, embrague, entre otros, para que los técnicos los ejecuten, al presentarse de manera imprevista se toman las acciones inmediatas para solucionar la falla (Tavares, 2000, p. 289).

La carga de trabajo en las empresas de transporte pesada es alta debido a la cantidad de mercadería, insumos y materiales que trasladan, llegan a lugares dónde las carreteras son entre montañas o terracerías, por lo que el motor se ve forzado a trabajar, al cargar al mismo cabezal en esta clase de terreno provoca que el cabezal pueda presentar fallas, esto aumento los costos de mantenimientos.

El departamento de mantenimiento tiene programado los kilometrajes que tiene que recorrer un cabezal para su mantenimiento, pero en muchas ocasiones estos no se cumplen a cabalidad debido a que los mantenimientos de reparación de fallas son más urgentes que los de predicción y preventivos. Se ve en la necesidad de planificar sus actividades (Peralta, 2011).

a) Creación de controles y procesos preventivos para los mantenimientos de los cabezales.

b) Administración de las tareas de mantenimiento efectuadas por el gerente, mientras se contrata un encargado para el área.

c) Contratar un supervisor específico para el área de mantenimiento, que posea conocimientos de electromecánica, para que supervise esta área en específico y será el encargado de supervisar y administrar los controles establecidos en el área de mantenimiento de los cabezales (Peralta, 2011).

II.4.5. Mantenimiento básico por parte del piloto

Los pilotos tienen que poseer medidas de seguridad debido a que son ellos los que pilotan el cabezal y es la vida de ellos la que peligra al presentarse una falla en el cabezal la que podría finalizar en accidente, estas medidas de seguridad van enfocadas al mantenimiento preventivo y predictivo de la unidad que manejarán (Peralta, 2011).

a) Verificar los niveles de aceite y demás fluidos de trabajo estén a nivel para ser utilizados.

b) Revisar todas las conexiones y el estado de la carga de la batería.

c) Calibrar los frenos.

d) Verificar la medida de presión de las llantas y la horma que este en buen estado para evitar llantas lisas.

e) Corroborar si el cabezal posee llanta de repuesto y si se tiene la correcta presión de aire.

f) Reportar cualquier ruido o anomalía en el vehículo que se perciba extraña para evitar que haya una falla en el camión (Peralta, 2011).

II.4.6. Tareas de mantenimiento

Como rutina se realizan inspecciones visuales las que permiten determinar un diagnóstico general de la condición del motor o de los sistemas del cabezal, este es un método que le resulta rentable a la empresa (Peralta, 2011).

La forma de realizar este monitoreo visual da como resultado determinar la condición de cualquier componente en el momento que se inspecciona y para registrar este tipo de actividades si fuera necesario se puede apoyar con la grabación de videos, o fotografías del momento que se realiza la inspección.

II.4.7. Tareas adicionales

Los servicios de mantenimiento que se sugieren son tareas adicionales y más específicas que ayudan a asegurar una larga vida útil al vehículo en general, se dividen en dos tipos, según su kilometraje 1000 kilómetros que es el mantenimiento rutinario que el fabricante recomienda y el de 5000 kilómetros que sirve para realizar ciertos cambios en los componentes (Peralta, 2011).

II.4.8. Servicio 1000 kilómetros.

En este servicio se realizan los cambios de:

- Filtros (primario y secundario) del combustible diésel.

- Filtro de aceite.

- Aceite al motor (Peralta, 2011).

a) Se inspecciona:

- Los indicadores, medidores y accesorios.

- Limpiar parabrisas

- Volante de dirección
- Calibrar la tensión de las fajas (ventilador y alternador).
- Verificar la funcionalidad de todas luces (interiores y exteriores)
- Buscar fugas en mangueras y de toda la tubería en general (Peralta, 2011).

b) Verificar y nivelar lo siguiente:

- Líquido del sistema hidráulico
- Refrigerante de motor
- Líquido electrolito de baterías.

c) Realizar ajustes de:

- Fricciones o todo el sistema del escape
- Tornillos y tuercas

Se realiza un lavado general al cabezal y a la plataforma (Peralta, 2011).

II.4.9. Servicio 5000 kilómetros

En este servicio se procede a realizar cambio de:

- Filtros de aceite
- Filtro de agua
- Filtros de aire
- Aceite a las catarinas
- Aceite a la caja de velocidades

- Aceite al sistema hidráulico o de dirección
 - Líquido refrigerante.
 - Líquido de freno (Peralta, 2011).
- a) Realizar inspección de:
- Indicadores, medidores y accesorios del interior del vehículo
 - Limpiaparabrisas.
 - Volante de dirección.
 - Tensión de fajas de ventiladora y alternador
 - Tubería de escape.
 - Estado de las llantas y cambiar si es necesario.
 - Funcionamiento general de luces (interiores y exteriores)
 - Mangueras y tubería en general
 - Limpieza del radiador en busca de fugas
 - Buscar fugas de combustible, aceite, agua y aire.
 - Cambio de fusibles (Peralta, 2011).
- b) Revisión y nivelación de:
- Líquido electrolito de baterías.
 - Refrigerante (Peralta, 2011).
- c) Ajustes o cambios de:

- Fricciones.
- Freno de parqueo.
- Embrague.
- Culatas del motor (Peralta, 2011).
- d)Calibración de válvulas del motor.
- e) Servicio a las catarinas:
 - Realizar ajustes.
 - Cambio de seguros.
 - Cambiar los empaques y retenedores.
 - Calibración de corona y piñón (Peralta, 2011).

II.4.10. Lubricaciones

En los aspectos de lubricación del motor y otros componentes del cabezal, las lubricaciones se toman como parte de las tareas de mantenimiento que se tiene que realizar a los cabezales, los tipos de lubricantes que la empresa utilice para darle mantenimiento al motor de cabezal es primordial para mantener la durabilidad o vida útil del motor del cabezal (Peralta, 2011).

Por medio de este proceso se realiza una muestra de aceite al equipo y un análisis de laboratorio, de esta manera es posible determinar los parámetros del lubricante y los componentes en suspensión que contiene esta muestra con los que se puede establecer el desgaste de los componentes internos del equipo y si el lubricante es apto para cumplir su función de lubricación.

II.4.11. Aceite para el motor

Normalmente en un motor que no presenta problemas de presión baja o altas temperaturas, se recomienda utilizar el aceite SAE 15W40 (API CF-4 o CJ-4), este posee una característica de alta dispersión, excelente alcalinidad, y bajos niveles de ceniza, este aceite para ser utilizado el fabricante debe cumplir con las especificaciones de la API, para servicios pesados, estos poseen aditivos para evitar la formación de depósitos carbonizados, sedimentos y mantienen la limpieza del motor en la parte interna (Peralta, 2011).

En un motor que presenta problemas de presión alta y de temperaturas altas, se debe utilizar un aceite lubricante SAE 25W60 (API CF-4), la diferencia de este aceite con la 15W40 es que por la alta viscosidad que posee no puede evitar la formación de depósitos carbonizados en el interior del motor, esto provoca que en los motores que ya tienen algún tiempo de trabajo sigan en el desarrollo de un buen desempeño en el traslado de cargas (Peralta, 2011).

II.4.12. Aceite para la caja de cambios

La característica principal de este aceite es que debe ser capaz de contrarrestar los efectos de tipo abrasivos de a fricción que es generada por el contacto de los engranajes, el fabricante también debe cumplir con los requerimientos de la API que clasifica las condiciones duras y desfavorables por lo que se recomienda utilizar el aceite SAE 85W90 (Linares, 2015).

II.4.13. Aceite para diferenciales

Este tipo de lubricante debe ayudar a un mejor engranado en el juego de engranajes, protegerlo de cualquier desgarrar o ralladura, capaz de trabajar en las condiciones más severas de temperatura, por estas razones se debe utilizar un aceite multigrado que proteja en extremas presiones, el SAE 85W140 o 90W140(Linares, 2015).

II.4.14. Grasas

Las grasas lubricantes están formadas por la dispersión de agentes espesantes en los aceites lubricantes con sus respectivos aditivos, se utiliza en los diferentes componentes mecánicos que necesiten ser engrasados, estos deben permanecer en el lugar dónde sean aplicados y soportar el trabajo al cual son sometidos (Linares, 2015).

II.4.15. Cojinetes

Estos experimentan contacto o fricción por la rodadura por lo que se recomienda utilizar grasa suave del tipo mantecosa y fibra corta.

Para situaciones que involucran deslizamiento: utilizar productos correosos, fibrosos y pegajosos (Linares, 2015).

II.4.16. Chasis

Para este elemento se utilizan grasas No. 2 o No. 3.

II.4.17. Revisiones

Se realizan con instrumentos para obtener datos del equipo al estar en operación y se utiliza las herramientas de control que posee, seguidamente si se detecta un indicio de falla se debe reaccionar para mitigarla antes que ocurra, realizadas con instrumentos externos al equipo: son las revisiones que afirman el cumplimiento de condiciones preestablecidas de un equipo, pero que es necesario el uso de herramienta o instrumentos especiales para poder dar un dictamen del estado del mismo (Linares, 2015).

II.4.18. Tareas eventuales

Las tareas eventuales se realizan enfocadas al equipo, estas se ejecutan únicamente si este se encuentra en mal estado o al realizar revisiones previas, para verificar si presenta síntomas de fallas (Linares, 2015).

- Limpiar el equipo para ponerlo en condiciones favorables para el trabajo.
- Ajustar las condiciones de los sistemas de los equipos y ajustarlos.
- Realizar cambios de piezas si se considera necesario después de la revisión si presenta alguna imperfección.

II.4.19. Seguridad del personal de técnicos

Al ejecutar los diferentes tipos de actividades en los mantenimientos, por seguridad personal e industrial los técnicos necesitan varias medidas de seguridad para evitar accidentes en sus labores (Linares, 2015).

II.4.20. Utilizar el equipo básico de seguridad

- Gafas o lentes de seguridad.
- Calzado industrial.
- Overol.
- Guantes (si trabajara con sistemas que se encuentren a altas temperaturas).
- Tapones auditivos (si estar expuesto a ruidos arriba de los 90 decibeles) (Linares, 2015).

II.4.21. Debe evitar

- Fumar en el área de trabajo y áreas cercanas.
- Utilizar accesorios (reloj, anillos, cadenas, pulseras, entre otros) (Linares, 2015).

II.5. Transporte pesado

Un transporte pesado consiste en unidades de remolque de plataforma, con ruedas múltiples (que puede ser independiente orientable), tirado por un tractor pesado.

Varios remolques podrían ser remolcados por una o más unidades de tractores. La capacidad para soportar cargas de 2.000 toneladas es usual (Linares, 2015).

El camión cumple con la necesidad de poder transportar una gran cantidad de carga con la maniobrabilidad que posee cualquier automóvil. El transporte de mercancías se realiza con dos tipos de camiones: rígidos y articulados.

Los camiones constituyen el medio más habitual en el transporte de mercancías debido a sus visibles ventajas, tales como la accesibilidad, la correcta preservación de los productos, la reducción de los costes, así como la seguridad de entrega de los productos, entre otros beneficios (Linares, 2015).

El transporte pesado interviene de manera directa e indirecta en diferentes sectores considerados productivos, su aporte a la economía es fundamental e innegable. Ya sea en el área de construcción, alimentación, logística, transporte de bienes, combustible, por solo nombrar algunos sectores claves, el transporte pesado ayuda a movilizar la economía y a desarrollar otros municipios o sectores (Publicayo, 2016).

Las empresas de transporte pesado son las que proveen servicio de conducción y logística de carga pesada al cliente que lo solicite (Hidalgo, 1998).

Asimismo, en el Centro de Investigación de Transporte S.A., (2003), mencionan que el servicio de carga es el conjunto de bienes físicos objeto de traslación por medio del transporte, en donde se incluyen:

a) Cabezales: diseñados para traslado de mercancías en su espacio de carga, de acuerdo a ésta; seca, húmeda, a granel, en sacos, bidones, cajas, entre otros (Castro, 2006).

b) Plataformas: las cuales suelen ser de acero o de aluminio y puede, en ocasiones, ir articulada en dos tramos para facilitar la estabilidad de la misma (Castro, 2006).

c) Tráileres con contenedores secos: en donde la carga seca es la mercancía que en mayor medida utiliza el contenedor (Castro, 2006).

d) Tráileres con contenedores refrigerados: que proporcionan ambientes de temperatura controlada y cada uno se equipa con una unidad de refrigeración permanente con controles de temperatura individualizados (Castro, 2006).

El transporte pesado es un equipo necesario, ya que son un recurso indispensable para la movilización de algún tipo de producto, este tipo de transporte deberá ser sometido a evaluaciones constantes para determinar si tiene algún desperfecto y deba ser sometido a mantenimiento, se establece que los tipos de carga pesada son los siguientes:

a) Carga seca: bienes físicos sólidos, transportados según sus características (Castro, 2006).

b) Carga húmeda: bienes físicos en estado líquido o gaseoso, como agua, petróleo, derivados del petróleo, productos químicos (Castro, 2006).

Este tipo de industria en Guatemala se ve afectada por diferentes factores externos tales como: inestabilidad del precio del combustible, demanda y oferta del servicio, competencia desleal, así como infraestructura deficiente de carreteras, que inciden significativamente en la prestación del servicio, de acuerdo al Ministerio de Economía de Guatemala –MINECO-, en su programa de Desarrollo Institucional y de Políticas en apoyo a las MIPYMES.

Según la Cámara de Transportistas Centroamericanos (2006), en Guatemala existe una amplia oferta de servicios prestados por múltiples empresas de transporte pesado terrestre. No obstante, la calidad de éstos solamente se refleja al momento de concluir el servicio, sin dejar de mencionar que la estrategia que utilizan los competidores, consiste en mantener costos bajos en sus servicios y de esta manera atraer a sus clientes.

La mejor manera de obtener los clientes es ofrecerle un mejor servicio a un precio bajo, para que ellos queden satisfechos y deseen adquirir el servicio de dichos camiones. La regularidad, accesibilidad y flexibilidad es una ventaja de la industria del transporte pesado. Se considera que los principales inconvenientes de este tipo de industria es el mal estado de las carreteras, lo cual retrasa las llegadas en horas determinadas, el tráfico desordenado, la carencia de vías especiales para el tránsito de vehículos pesados y falta de parqueos establecidos. Todos estos factores afectan tanto en el proceso de logística como en la distribución del servicio (Castro, 2006).

En la labor logística el transporte pesado es una parte importante e indispensable, donde se colocan los productos adecuados en el lugar y tiempo precisos, con el mejor rendimiento posible de los recursos empleados. No obstante, los clientes deben conocer los requisitos principales para que el vehículo se encuentre en óptimas condiciones para garantizar el servicio, más aún cuando se refiere a un transporte de carga pesada.

II.5.1. Principales problemas de motores de transporte pesado

Este tipo de motores se encuentran instalados en unidades comerciales que son utilizados para el transporte de mercancías o de viajeros, por lo que están sometidos a grandes esfuerzos, alto recorrido en kilometraje y considerables horas de trabajo. En seguida se describen problemas principales que se pueden presentar en los motores de transporte pesado y los pasos que se utilizan para corregirlos.

- a) Baja potencia del motor: Combustible de mala calidad, admisión de mal aire y acelerador mal calibrado.
- b) Vibración en el motor: Soportes de goma del motor rotos, ventilador roto y ejes de sincronización del motor.
- c) Aceite en el refrigerante o viceversa: Fallos en junta de culata, enfriado roto y roturas en bloque de motor.

d) Golpeteo mecánico: Fallo en cojinete de biela, piñones de la distribución rotos, fallo en el pistón o la biela del compresor de aire, muelles de válvula rotos y falta de aceite en balancines.

e) Consumo excesivo de combustible: Paso de combustible al cárter.

f) Desgaste excesivo del motor: Fallo en admisión, combustible en el aceite, aceite sucio o inadecuado y períodos de mantenimiento inadecuados.

g) Exceso de humo negro o gris en el escape: Falta de aire en el motor, inyectores malos y bomba de inyección mala.

h) Exceso de humo azul o blanco en el escape: Guías de válvula desgastadas, segmentos gastados y nivel de aceite demasiado alto.

i) Baja presión de aceite de motor: Cojinetes de bancada gastados, del árbol de levas flojos, de distribución flojos, bombas de aceite averiadas y filtro obstruido.

j) Consumo elevado de aceite: Fugas, holgura en guías de válvula, nivel de aceite muy alto, holgura de anillos de pistón, aceite demasiado caliente, turbo pasa aceite y segmentos del compresor de aire gastados.

II.5.2. Alianzas estratégicas para capacitar a conductores de transporte pesado

Se realizan alianzas estratégicas entre el Departamento de Tránsito de la Policía Nacional Civil y empresas del transporte pesado, esto con la única intención de capacitar a dos mil conductores de este tipo de transporte a nivel nacional, en temas de Ley y Reglamento de Tránsito, seguridad vial y legislación de tránsito (Transito, 2019).

Se logra confirmar cuatro sedes de capacitación en varios puntos del país para poder capacitar a aquellos conductores que estén interesados, dicha capacitación se enfoca en la atención al transporte pesado y consta de cinco módulos con veinte horas de

atención, esto se realiza por medio de la Cámara de Transportistas Centroamericanos por sus siglas -CANTRASCA-. El objetivo de esta capacitación no solo es prestar la atención al conductor sino también a los instructores de las empresas aliadas. El único requisito que se les pide a los conductores es tener licencia de conducir tipo A o B (Transito, 2019).

II.5.2. Pérdida por cada accidente de tránsito de transporte pesado en Guatemala

Por cada accidente de transporte pesado de carga hay pérdidas por más de once millones entre el Estado y el sector privado, debido no solo a los costos materiales de las unidades sino las horas en que permanecen varados los vehículos tanto involucrados en el accidente como los usuarios de esas vías y posibles atrasos en entregas que generan otros desembolsos (Bolaños, 2019).

Del año 2015 a la segunda semana de noviembre del año 2019 se registraron dos mil setenta y seis accidentes de tránsito de transporte pesado en Guatemala, la institución estimó los costos o pérdidas en los que incurre el Estado y el sector privado en los casos en que quedan bloqueadas las vías por entre ocho a doce horas.

II.5.2.1. Costos en empresas del sector privado

El gasto en que incurre el sector empresarial es de Q10 millones 701 mil 358.20 en pérdidas por la retención de sus equipos y productos, según los cálculos efectuados por esa institución. Dentro de estos Q1 millón 787 mil 550 fueron por pagos de seguros, en tanto las horas hombre en repercusiones laborales por el hecho de tránsito generan gastos de alrededor Q891 mil 178.20, y Q8 millones 022 mil 630 debido a las pérdidas empresariales por retención de productos (Bolaños, 2019).

Sin duda alguna la empresa es la principal entidad en que va a sufrir una pérdida tanto económica como de materiales y producto que en ese momento del accidente era transportado, por razones como estas es importante que se realicen los

mantenimientos correspondientes a cada transporte. Ya que es una manera de evitar pérdidas para la empresa.

No se trata solo del procedimiento de entre 8 a 12 horas de trabajo en el área del accidente, cuando se detiene el tránsito también afecta a los usuarios de esas vías. Por ejemplo, un panadero o un agricultor, otros transportes de carga, la persona que llega tarde a su trabajo o hasta pierde su trabajo debido a ese atraso en carretera.

Según Bolaños (2019). Esos montos representan el 70% de las pérdidas ya que al hacer las estadísticas no se pudo entrevistar o comunicarse con cada una de las personas que estuvo varada durante un accidente. Los montos de pérdidas pueden variar de qué tan transitada sea la carretera. Por ejemplo, en el área del Atlántico o una parte de la carretera al Pacífico, las cuales tienen alta circulación de unidades. El vehículo accidentado puede representar costos de entre Q150 mil a Q200 mil por cabezal y alrededor de Q125 mil por contenedor, dijo Percy Mogollón, director ejecutivo de Provia.

Se deben tomar en cuenta los gastos por el tiempo perdido por cada contenedor y el pago que tendría que hacer en algún predio por el atraso.

II.5.2.2. Gastos para el Estado

Por el lado del Estado, los gastos se calcularon en Q367 mil 659.44 por cada accidente, aquí se incluyen Q243 mil 048.60 en gastos de atención hospitalaria, Q89 mil 250 por gastos de reparación de vías, Q33 mil 873.44 por gastos en que incurren las instituciones por el personal enviado para atender y mantener el orden en las áreas de los accidentes, y Q1 mil 487.40 por equipo de movilización.

Y también se toman en cuenta otros gastos como por ejemplo los puentes no están asegurados, mencionaron los directores de Provia al referirse a un caso en que se dañó el puente en Mayuelas, Gualán, Zacapa (Bolaño, 2019).

El Estado tiene la responsabilidad y obligación de arreglar las calles para que los camiones de carga pesada se movilicen y se eviten accidentes, es por eso que al momento que exista un accidente de esa magnitud el estado es tomado en cuenta.

Según Bolaño (2019) Héctor Fajardo, directivo de Federación Centroamericana de Transporte (Fecatrans) dijo que es necesario conocer más detalles de cómo Provia estructuró el dato para llegar a los Q11 millones que mencionan porque no hay dos accidentes iguales y hay casos en que pueda haber pérdidas, pero no me atrevería a aceptar los Q11 millones como un promedio.

Fajardo además considera que se ha tergiversado la postura del gremio de transporte respecto al tema de la velocidad. Menciona que están de acuerdo en que se controle la velocidad, pero no en el dispositivo o mecanismo en mención, ya que cuesta entre Q4 mil a Q5 mil por vehículo y no los detiene en pendientes, aspecto que es el más necesario (Bolaños, 2019).

El directivo también hace énfasis en que desde hace muchos años como gremio han pedido que se establezcan las leyes y reglamentos para que se castigue a los verdaderos infractores, en este caso a los pilotos ya que con la legislación actual se castiga o sanciona a la unidad vehicular. Un vehículo no tiene voluntad propia, sino que hay un operador, que es el que se descuida. La ley actual carece de los tecnicismos adecuados para lograrlo (Bolaños, 2019).

II.5.3. Falta de educación vial y de controles de tránsito podrían ser la causa de accidentes

La educación vial es importante para todo conductor de cualquier tipo de vehículo o transporte, si las personas se capacitan constantemente acerca de esto, probablemente se evitarían accidentes. Es por eso que todos los conductores deberían capacitarse acerca de la educación vial.

La ruta Interamericana ha sido escenario de accidentes que involucran múltiples vehículos, entre ellos del transporte pesado, que dejan un estado de conmoción entre las víctimas, seguido de un sentimiento de pesar entre la población. En menos de una semana, dos accidentes protagonizados por el transporte pesado dejan pensativas a las autoridades respecto de qué medidas tomar para que estos no se repitan.

En la actualidad se registran varios accidentes de transporte pesado a causa de camiones de carga pesada, a causa de eso la población guatemalteca se hace las siguientes interrogantes como por ejemplo ¿Se necesita cambiar las normas de circulación del transporte pesado? ¿Hay seguro de vehículos del transporte pesado contra terceras personas? ¿Cuáles son las autoridades responsables de velar por el transporte pesado en el país?

La seguridad en la operación del transporte es un tema de suma relevancia para las economías globalizadas y por lo mismo, las empresas de transporte y en particular las de transporte de carga por carretera deben incorporar medidas que les permitan proveer un servicio seguro y competitivo. El presente documento, aborda la Seguridad en las Operaciones de Transporte de Carga por Carretera (TCC) en dos ámbitos:

- a) La seguridad operacional, incluyen las operaciones anexas y complementarias al transporte tendientes a proveer un servicio seguro, así como las medidas que deben adoptarse para hacer frente a delitos, robos y actos terroristas que afectan gravemente el nivel de servicio y la estructura de costos de los operadores.
- b) La seguridad vial desde una perspectiva empresarial, con el fin de analizar las implicancias de este flagelo en la operación de la industria del transporte

La capacitación para todos los conductores de transporte pesado es importante como también recalcarles que serán inspeccionados antes de que comiencen sus horas laborales, esto con la finalidad de lograr evitar cualquier tipo de accidente.

II.5.4. Seguridad en las operaciones de TCC

Para las economías globalizadas un tema principal es la seguridad de la cadena logística, ya que se asegura el envío de cualquier tipo de producto, por esta razón se convierte en una herramienta indispensable para toda empresa. El traslado de bienes valorados y de fácil reducción en el mercado negro, hace a este sector propenso a este tipo de delitos.

Existe una guía de seguridad para el transporte por carretera, para el mundo desarrollado en donde existen experiencias en la elaboración de directrices de seguridad de carácter voluntario. En la guía se encuentran mensajes prácticos para administradores, gerentes, conductores y generadores de carga. Este tipo de esfuerzos, pretenden difundir consejos o buenas prácticas de seguridad en relación al terrorismo o delitos convencionales (robos de vehículos de carga, ataques a conductores, transporte de productos prohibidos, etc.) con el fin de mitigar los riesgos típicos que enfrentan las cadenas de transporte.

Se recalca que si por una razón las recomendaciones que se definen en este apartado no puedan ser aplicados directamente a la realidad, es importante observar las medidas que apuntan al establecimiento de acuerdos participativos para la seguridad en el transporte y logística, donde las instituciones gubernamentales responsables de la planificación y el desarrollo de los transportes, así como los actores que participan del transporte o se ven afectados por esta problemática (clientes y empresas seguros y las concesionarias de infraestructuras) trabajan activa y coordinadamente (www.cepal.org/transporte).

La seguridad para el transporte de carga pesado es importante esto para mantener segura la cadena logística completa, se incluye los modos terrestres de transporte:

En los países de América Latina y el Caribe, el aseguramiento de la cadena logística, se da en un contexto de desarrollo institucional en ciernes, donde es imperioso

alcanzar un equilibrio entre seguridad de las cadenas y la debida facilitación del comercio y el transporte:

a) Los procedimientos de la seguridad para este tipo de vehículo se debe mantener o tratar la manera de que los procedimientos no se vuelvan fastidiosos, para evitar que los procedimientos de seguridad sean rígidos o engorrosos, y a causa de eso los costos logísticos se incrementan, y afecte la competitividad del sector y de las economías exportadoras en general.

b) La seguridad se relaja para no afectar el flujo comercial, en el mediano plazo esto producirá el cierre de algunos mercados internacionales, principalmente los de mayor poder adquisitivo. La industria del TCC debe ser consciente de la necesidad de contribuir a la seguridad integral en el transporte por carretera, donde se pueda señalar (www.cepal.org/transporte).

b) La competencia en una economía de demanda globalizada exige sistemas logísticos eficientes según el cual los operadores se esfuerzan constantemente para mejorar la calidad, protección y seguridad sin comprometer la eficiencia y la sustentabilidad (www.cepal.org/transporte).

c) Las exigencias de seguridad en las operaciones de TCC son, para ciertos clientes y mercados un atributo fundamental del servicio, por lo que ciertos mercados podrán ser atendidos solo por operadores que gestionen sus servicios bajo altos estándares de seguridad (www.cepal.org/transporte).

d) La facilitación del transporte y el comercio no puede ser ignorado, incluso cuando las consideraciones de seguridad son una prioridad en la agenda. Es esencial lograr un equilibrio apropiado entre seguridad y facilitación de trámites y procedimientos, particularmente, en las fronteras (www.cepal.org/transporte).

e) La cooperación en seguridad entre los sectores públicos y privados puede ser extremadamente efectiva y por tanto debiera reforzarse y extenderse a estos otros

ámbitos. La industria del TCC si bien no puede asumir las funciones del Estado, puede y debe asumir sus propias responsabilidades, establecen los sistemas de prevención formales, sistemáticos e integrados a sus respectivas cadenas de abastecimiento (www.cepal.org/transporte).

II.5.5. Seguridad en operaciones al TCC

El transporte es un servicio con proceso de integración física ya sea en origen o destino, ya sea con el cliente o con el cliente del cliente o en infraestructuras de intercambio modal. En todas ellas, existen operaciones anexas que suponen riesgos y cuya seguridad el operador de TCC debe saber observar y gestionar. Se trata de poder desarrollar acciones preventivas que precisamente contribuyan a eliminar esos riesgos y, por lo tanto, ofrecer garantías de seguridad para el personal involucrado en las operaciones de carga y descarga y en la estiba y desestiba.

Es difícil pensar que se pueden desarrollar operaciones seguras de TCC, que no gestionen la seguridad de forma integral, es decir, que no vean el ciclo de operación completo. En las operaciones de TCC tenemos las siguientes actividades anexas que exigen altos estándares de seguridad(www.cepal.org/transporte).

a) Acceso a los lugares de carga

Cuando la operación de carga y descarga deba realizarse en un almacén, depósito, puerto, obra o establecimiento industrial o comercial, el conductor deberá cumplir las instrucciones que le sean impartidas para una adecuada circulación al interior del recinto y para asegurar la integridad de la mercadería que transporta(www.cepal.org/transporte).

b) Acondicionamiento de la carga, embalaje y señalización

Cuando las características de la mercadería lo exijan, la carga deberá ser entregada al conductor convenientemente acondicionada y embalada. En el caso de que su

manipulación pueda representar un riesgo para la integridad de las personas, mercancías o para el vehículo, se deberán señalar con marcas e inscripciones que avisen de los riesgos específicos. Del mismo modo, se deben tomar las medidas necesarias, para asegurar que las mercaderías no hayan sido contaminadas o mezcladas con elementos ilícitos.

c) Inicio de un viaje tras la carga o descarga

Iniciar un período de conducción tras una operación de carga puede representar un factor de riesgo, ya que el conductor acusará el cansancio acumulado del esfuerzo físico producido por la carga o descarga, lo que disminuirá su control del volante. Por ello, es conveniente realizar una interrupción del trabajo, en función del esfuerzo realizado (15 minutos como mínimo) antes de iniciar el viaje(www.cepal.org/transporte).

d) Estiba y desestiba de la carga

La carga del vehículo no consiste simplemente en colocar en su interior las mercancías que deben transportarse, sino en hacerlo en forma racional y segura. La estiba es la operación de colocar la carga en el interior del transporte, procuran que ocupe el menor espacio posible, que el peso quede bien distribuido y asegurándola para que no se desplace ya que este es un factor de riesgo relevante en ruta (www.cepal.org/transporte).

Es fundamental que la carga se asegure correctamente (mediante correas, cadenas, cinchas, calzos, etc.), de forma que no pueda desplazarse ni caerse durante la marcha. Esta operación debe realizarse con cuidado, para evitar que los operarios o el conductor reciban daños, como golpes, heridas en las manos o en las extremidades inferiores, al manipular los elementos de sujeción(www.cepal.org/transporte).

Para el acondicionamiento y sujeción de la carga, así como para su revisión es necesario emplear los equipos de sujeción de la carga, así como para su revisión es

necesario emplear los equipos de protección individual adecuados, especialmente guantes protectores y calzado de seguridad. La colocación y estiba de la carga afectan fundamentalmente la seguridad de los vehículos pesados, la correcta estiba de la carga constituye un elemento esencial de seguridad activa en la circulación de los vehículos de TCC (www.cepal.org/transporte).

e) Maniobras previas y durante el proceso de descarga de mercaderías

Durante la maniobra de aproximación del camión al muelle, que se realiza marcha atrás, el conductor no puede ver la zona posterior del vehículo, lo que puede dar lugar a accidentes si algún operario está situado en esa posición o cruza por detrás del vehículo. Es por ello que se deben tomar las medidas pertinentes al realizar maniobras de aproximación.

Durante la operación de carga o descarga el vehículo puede deslizarse sin control si no está bien frenado. Igualmente, si la plataforma de acceso a la caja no está bien apoyada puede caer y golpear a alguien o causar la caída de un operario(www.cepal.org/transporte).

Una vez terminada la aproximación a muelle y antes de iniciar la carga y descarga es fundamental confirmar que el vehículo está correctamente inmovilizado y si es necesario, calzar las ruedas. Asegurarse también de que la plataforma de acceso está bien apoyada en el muelle.

Se entiende por manipulación manual de las mercancías cualquier operación de transporte o sujeción de una carga (levantamiento, colocación, empuje, tracción, desplazamiento, etc.) realizada por uno o varios trabajadores, que entrañe riesgos para los mismos por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas(www.cepal.org/transporte).

La utilización de medios mecánicos conlleva también otros factores de riesgo que, en muchas ocasiones, pueden producir daños más graves que la manipulación manual.

El conductor no realiza normalmente las operaciones de carga y descarga con medios mecánicos, ya que deben ser efectuadas por personal especializado.

Si el conductor está presente en la zona de trabajo, por ejemplo, para controlar la estiba, corre el riesgo de ser golpeado por alguno de los medios mecánicos utilizados (carretillas, grúas, etc.) o por la propia carga, en caso de sobrecarga del medio de desplazamiento o caída de la misma (www.cepal.org/transporte).

III. COMPROBACIÓN DE LA HÍPOTESIS

Para la comprobación del efecto se realizó censo Jefe de Taller de mantenimiento, Supervisor de Taller de mantenimiento, Superintendente de Taller y 31 mecánicos “A”, mediante un censo.

Para la comprobación de la causa: Para la causa se realizó muestra al Planificador de operaciones, Jefe de operación logística y 60 pilotos, mediante una muestra.

Se presenta a continuación los cuadros y las gráficas obtenidas en el trabajo de campo realizado por el investigador; las que se clasifican de la manera siguiente:

Del cuadro y gráfica del 1 a la 5, se refiere a la comprobación de la variable dependiente; del cuadro y grafica 6, se obtienen los datos para comprobar la variable independiente o causa principal.

III.1. Cuadros y gráficas para la comprobación del efecto o variable dependiente (Y).

Cuadro 3

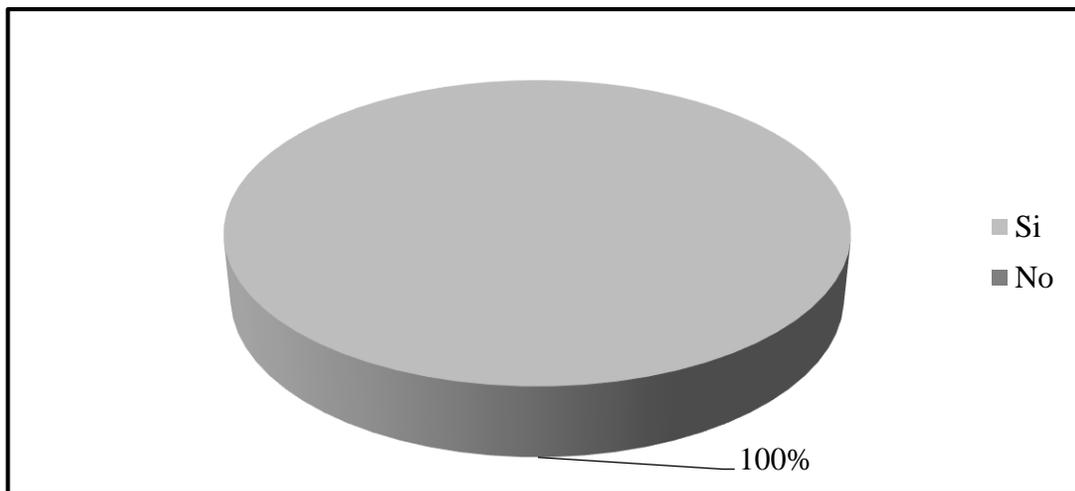
Existe aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	34	100
No	0	0
Totales	34	100

Fuente: Jefe de Taller de mantenimiento, Supervisor de Taller de mantenimiento, Superintendente de Taller y 31 mecánicos "A", mediante un censo. Febrero del 2021.

Gráfica 1

Existe aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años



Fuente: Jefe de Taller de mantenimiento, Supervisor de Taller de mantenimiento, Superintendente de Taller y 31 mecánicos "A", mediante un censo. Febrero del 2021.

Análisis:

Se puede apreciar en el cuadro y gráfica anterior, que el total de los censados, considera que existe aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años. Con esto se comprueba la variable dependiente.

Cuadro 4

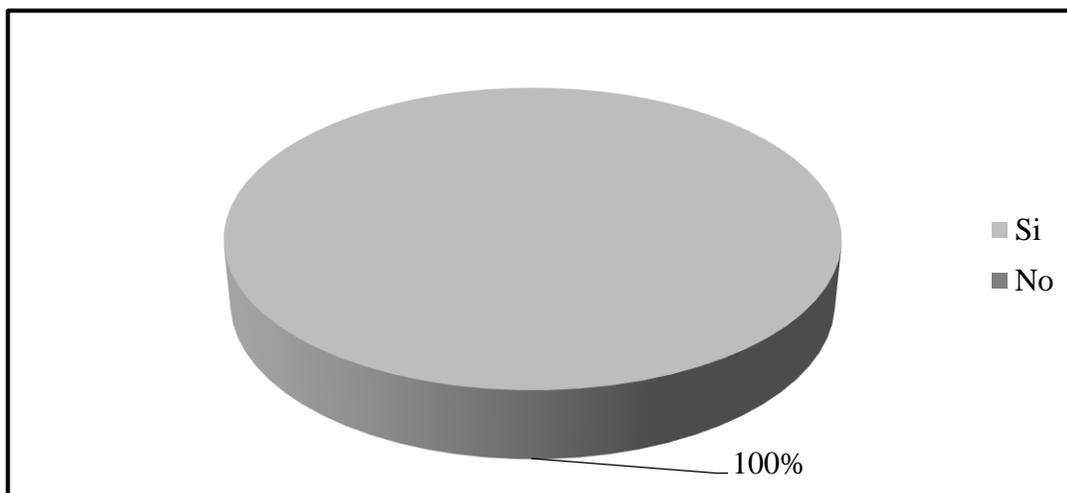
El aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular, se debe a que los pilotos no les dan el correcto funcionamiento a las unidades

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	34	100
No	0	0
Totales	34	100

Fuente: Jefe de Taller de mantenimiento, Supervisor de Taller de mantenimiento, Superintendente de Taller y 31 mecánicos "A", mediante un censo. Febrero del 2021.

Gráfica 2

El aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular, se debe a que los pilotos no les dan el correcto funcionamiento a las unidades.



Fuente: Jefe de Taller de mantenimiento, Supervisor de Taller de mantenimiento, Superintendente de Taller y 31 mecánicos "A", mediante un censo. Febrero del 2021.

Análisis:

Se puede apreciar en el cuadro y gráfica anterior, que el total de los censados, considera que el aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular, se debe a que los pilotos no les dan el correcto funcionamiento a las unidades.

Cuadro 5

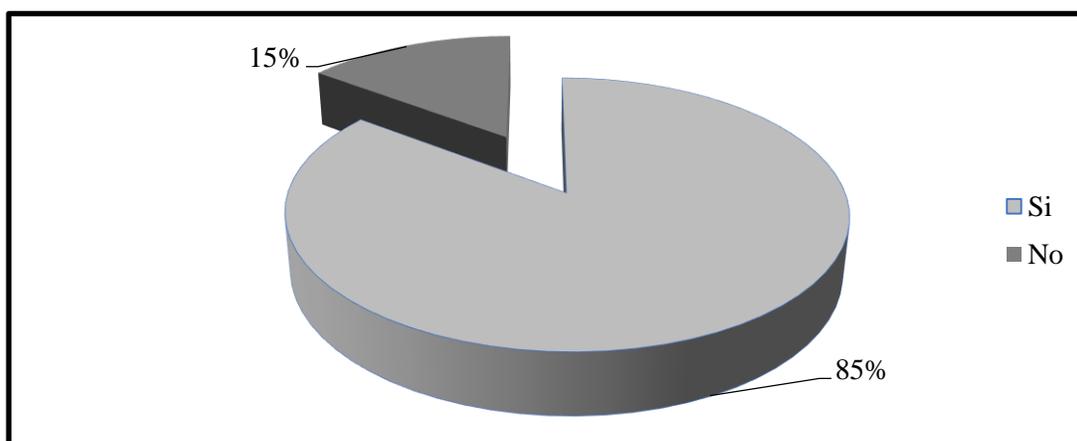
El aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años, se debe a que el personal de parte técnica no conoce el funcionamiento mecánico de las unidades

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	29	85
No	5	15
Totales	34	100

Fuente: Jefe de Taller de mantenimiento, Supervisor de Taller de mantenimiento, Superintendente de Taller y 31 mecánicos "A", mediante un censo. Febrero del 2021.

Gráfica 3

El aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años, se debe a que el personal de parte técnica no conoce el funcionamiento mecánico de las unidades.



Fuente: Jefe de Taller de mantenimiento, Supervisor de Taller de mantenimiento, Superintendente de Taller y 31 mecánicos "A", mediante un censo. Febrero del 2021.

Análisis:

Se puede apreciar en el cuadro y gráfica anterior, que el 85% de los censados, considera que el aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años, se debe a que el personal de parte técnica no conoce el funcionamiento mecánico de las unidades. A diferencia del 15% considera que no.

Cuadro 6

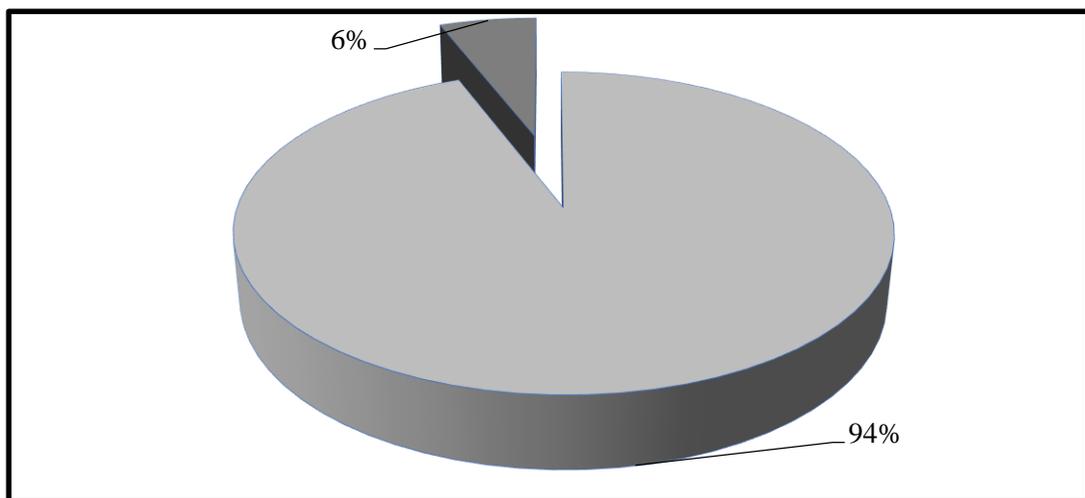
El aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años, se debe a falta de mantenimiento preventivo a las mismas

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	32	94
No	2	6
Totales	34	100

Fuente: Jefe de Taller de mantenimiento, Supervisor de Taller de mantenimiento, Superintendente de Taller y 31 mecánicos "A", mediante un censo. Febrero del 2021.

Gráfica 4

El aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años, se debe a falta de mantenimiento preventivo a las mismas



Fuente: Jefe de Taller de mantenimiento, Supervisor de Taller de mantenimiento, Superintendente de Taller y 31 mecánicos "A", mediante un censo. Febrero del 2021.

Análisis:

Se puede apreciar en el cuadro y gráfica anterior, que el 94% de los censados, considera que el aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años, se debe a falta de mantenimiento preventivo a las mismas. A diferencia del 6% que considera que no.

Cuadro 7

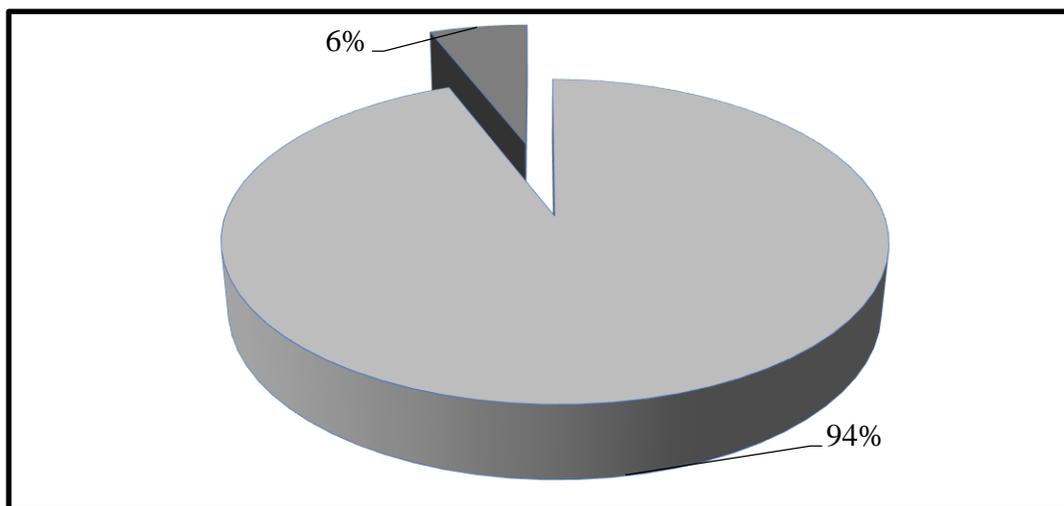
El aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años, se debe a falta de repuestos para las mismas

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	32	94
No	2	6
Totales	34	100

Fuente: Jefe de Taller de mantenimiento, Supervisor de Taller de mantenimiento, Superintendente de Taller y 31 mecánicos "A", mediante un censo. Febrero del 2021.

Gráfica 5

El aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años, se debe a falta de repuestos para las mismas.



Fuente: Jefe de Taller de mantenimiento, Supervisor de Taller de mantenimiento, Superintendente de Taller y 31 mecánicos "A", mediante un censo. Febrero del 2021.

Análisis:

Se puede apreciar en el cuadro y gráfica anterior, que el total 94 % de los censados, considera que El aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años, se debe a falta de repuestos para las mismas. A diferencia del 6% que considera que no.

III.2. Cuadros y gráficas para la comprobación del efecto o variable independiente (Y).

Cuadro 8

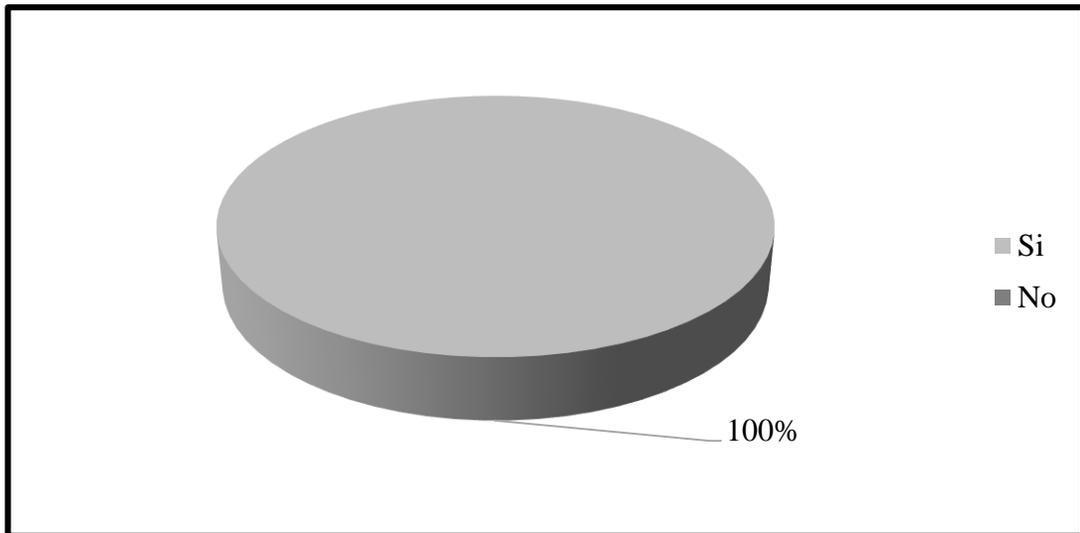
Falta un plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	32	100
No	0	0
Totales	32	100

Fuente: información obtenida por Planificador de operaciones, Jefe de operación logística y 60 pilotos, mediante una muestra. Febrero del 2021.

Gráfica 6

Falta un plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.



Fuente: información obtenida por Planificador de operaciones, Jefe de operación logística y 60 pilotos, mediante una muestra. Febrero del 2021.

Análisis:

Se puede apreciar en el cuadro y grafica anteriores, que el total (100%) de los encuestados consideran que falta un Plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.

IV.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

IV.1. Conclusiones

1. Se comprueba la hipótesis: “El aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años, por fallas mecánicas frecuentes es debido a la falta de plan de mantenimiento predictivo”.
2. Los pilotos de cabezales de Transporte Pelicano, no dan correcto funcionamiento a las unidades y por esto existe aumento de cabezales sin circular.
3. El personal de parte técnica no conoce el funcionamiento mecánico de las unidades, por eso existe aumento de cabezales sin circular.
4. El aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años, se debe a falta de mantenimiento preventivo a las mismas
5. No existe suficiente abastecimiento de repuestos para cabezales, por lo que existe aumento de unidades, sin circular.

IV.1. Recomendaciones

1. Operativizar la propuesta: Plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.
2. Capacitar a los pilotos de cabezales de Transporte Pelicano para que den correcto funcionamiento a las unidades, para que no exista aumento de cabezales sin circular.
3. Que el personal de parte técnica conozca el funcionamiento mecánico de las unidades, para que no existe aumento de cabezales sin circular.
4. Dar mantenimiento preventivo a las unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, para evitar que se queden sin circular
5. Abastecer de repuestos para cabezales, para evitar que los mismos dejen de circular.

BIBLIOGRAFÍA

Texto

1. Cassutti, M. (2016). *Administración de las organizaciones*. TGU, UNC. Argentina
2. Goodstein, Leonard. Nolan Timothy, Minnie Sterner. Pfeiffer, Joseph William. *Planeación Estratégica Aplicada*. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. 6ª. Edición, México, 1991. 433 páginas.
3. Publicayo. (2016). *Transporte pesado*. Autec. Ecuador.
4. García, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid España: Díaz de Santos S.
5. Mora, A. (2009). *Mantenimiento. Planeación, ejecución y control*. México
6. Garrido, S. G. (2003). *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*. Madrid, España: Diaz de Santos.
7. Boucly, F. (1998). *Gestión del mantenimiento, Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR)*, Madrid-España.
8. Tavares, A. (2003). *Administración moderna del mantenimiento*, Formato PDF, Rio de Janeiro-Brasil.
9. Navarro, L. y otros. (2003). Op. Cit., p. 11-12;BOUCLY, Francis, Op. Cit.
10. Navarro, L. y otros. (1997). *Gestión integral de mantenimiento*. MARCOMBO S.A., Barcelona-España.
12. Linares, O. (2015). “*Fundamentos de la Tribología*”, Coeficientes de fricción para varias condiciones de lubricación.
13. Peralta, M. (2011). “*Mantenimiento para Flotas de Transporte Pesado*”,Especialista en Gerencia de Mantenimiento. Colombia.

14. Tavares, L. (2009). “*Administración Moderna de Mantenimiento*”. Brasil: Novo Polo publicações, 2009. Página 289.

Tesis

15. Solares, M. (2009). *Planeación estratégica para una empresa distribuidora de productos de limpieza automotriz*. Tesis inédita de Licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

16. Riera, J. (2012). *Diseño e implementación de un Sistema de Mantenimiento Industrial asistido por Computador para la Empresa del Ecuador Kubiec S.A. en la planta Esthela*. Tesis inédita de Licenciatura. Escuela Politécnica del Ejército. Ecuador.

17. Castro, G. (2006). *Manual de inducción para el personal de una empresa de transporte de carga pesada*. Tesis inédita de Licenciatura. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.

18. Hidalgo, K. (1998). *Evaluación del desempeño aplicado al nivel operativo de una empresa de transporte terrestre de carga pesada*. Tesis inédita de Licenciatura. Universidad Francisco Marroquín.

19. Padilla C.L. (2019), *Plan de Gestión del mantenimiento, para flota vehicular del gobierno autónomo intercultural de la Ciudad de Canar*. (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad Politécnica Saleciana.

E-grafía

20. La suman de todo. *Plan de empresa*. Información recuperada de: [http://www.madrid.org/cs/StaticFiles/Emprendedores/Analisis_Riesgos/pages/pdf/metodologia/1Plandeempresa\(AR\)_es.pdf](http://www.madrid.org/cs/StaticFiles/Emprendedores/Analisis_Riesgos/pages/pdf/metodologia/1Plandeempresa(AR)_es.pdf). Fecha de visita. 15/02/2021. Hora: 04:00 pm.

21. Molina Morales Dafne Osiris. (2013, julio 29). *Planeación y sus características dentro del proceso administrativo*. Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/planeacion-y-sus-caracteristicas-dentro-del-proceso-administrativo/>. Fecha de visita: 16/02/2021. Hora: 09:00 am.

22. Pérez, J. y Gardey, A. (2011). *Definición de característica*. (<https://definicion.de/caracteristica/>). Fecha de visita: 16/02/2021. Hora: 10:00 am.

23. Sermeguet, M. (2018). *Pasos para crear un plan de mantenimiento preventivo*. Información obtenida de: <https://www.datadec.es/blog/pasos-plan-mantenimiento-preventivo>. Fecha de visita: 17/02/2021. Hora: 03:30 pm.

24. Prodwareblog. (2018). *5 Niveles de mantenimiento: Como pasar de una postura reactiva a una proactiva*. Información obtenida de: <https://blog.prodware.es/niveles-mantenimiento-pasar-postura-reativa-proactiva/#.YDPaaGhKjIU>. Fecha de visita: 22/02/2021. Hora: 10:29 am.

25. Cámara de Transportistas Centroamericanos, (2006). *Transportistas de carga*. Información recuperada de: <http://www.catransca.com>. Fecha de visita: 24/02/2021. Hora: 11:45 am.

26. Cepal. (2010). *Seguridad en la operación del transporte de carga carretero*. Edición: 285. Información recuperada de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36077/1/FAL-285-WEB_es.pdf. Fecha de visita: 03/03/2021. Hora: 02:00 pm.

Periódico

27. Tránsito MT. (2019). *Se realizan alianzas estratégicas para capacitar a conductores de transporte pesado*. Prensa Libre. Guatemala.

ANEXOS

Anexo 1. Modelo de investigación dominó

Problema	Propuesta	Evaluación
<p>1) Efecto o variable dependiente</p> <p>Aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años.</p>	<p>4) Objetivo general</p> <p>Disminuir el número de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular.</p>	<p>14) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general</p> <p>Indicadores: Disminuir el número de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular, en 85% en el primer año.</p>
<p>2) Problema central</p> <p>Fallas mecánicas frecuentes, en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.</p>	<p>5) Objetivo específico</p> <p>Evitar fallas mecánicas frecuentes, en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.</p>	<p>Verificadores: Encuesta dirigida al Jefe de Taller de mantenimiento, Supervisor de Taller de mantenimiento, Superintendente de Taller y 31 mecánicos “A”, mediante un censo</p> <p>Cooperantes: Transportes Pelicano ayudará a alcanzar el objetivo.</p>
<p>3) Causa principal o variable independiente</p> <p>Falta de plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.</p>	<p>6) Nombre</p> <p>Plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.</p>	<p>16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general</p> <p>Indicadores: Lograr la identificación de fallas mecánicas frecuentes de las unidades de flota de cabezales de</p>

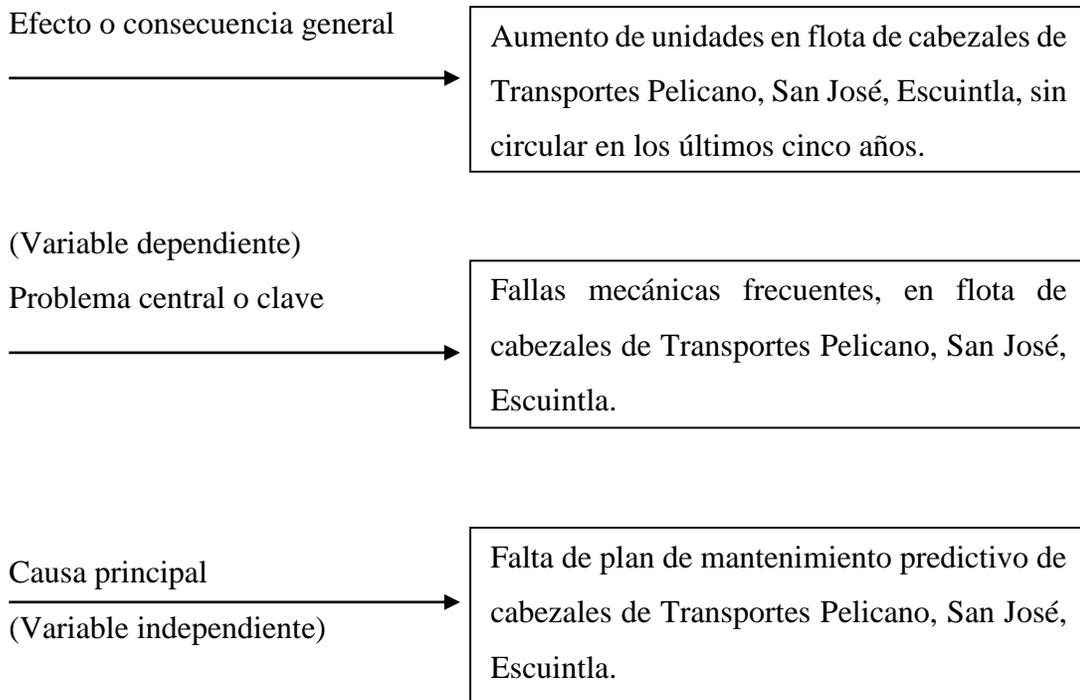
<p>7) Hipótesis</p> <p>“El aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años, por fallas mecánicas frecuentes es debido a la falta de plan de mantenimiento predictivo”.</p>	<p>12) Resultados o productos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se cuenta con una Unidad Ejecutora. 2. Se cuenta con un Plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla. 3. Se cuenta con un Programa de sensibilización y capacitación. 	<p>Transportes Pelicano, San José, Escuintla, en 85% en el primer año.</p> <p>Verificadores: Encuesta dirigida al Planificador de operaciones, Jefe de operación logística y 60 pilotos, mediante una muestra</p> <p>Cooperantes: Transportes Pelicano ayudará a alcanzar el objetivo.</p>
<p>8) Preguntas clave y comprobación del efecto</p> <p>1. ¿Considera usted que existe aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años? Sí _____ No _____</p> <p>2. ¿Considera usted que el aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular, se debe a que los pilotos no les dan el correcto funcionamiento a las unidades?</p> <p>Sí _____ No _____</p> <p>3. ¿Considera usted que el aumento de</p>	<p>13) Ajuste de costos y tiempo</p> <p>No aplica a licenciaturas.</p>	

<p>unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años, se debe a que el personal de parte técnica no conoce el funcionamiento mecánico de las unidades?</p> <p>Sí ____ No ____</p> <p>Encuesta dirigida al Jefe de Taller de mantenimiento, Supervisor de Taller de mantenimiento, Superintendente de Taller y 31 mecánicos “A”, mediante un censo</p>	
<p>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal</p> <p>1. ¿Considera usted que falta un Plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla? Sí ____ No ____</p> <p>Encuesta dirigida al Planificador de operaciones, Jefe de operación logística y 60 pilotos, mediante una muestra</p>	<p>14) Anotaciones, Aclaraciones y advertencias</p>

<p>10) Temas del Marco Teórico</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Plan. 2. Mantenimiento. 3. Mantenimiento predictivo. 4. Mantenimiento de cabezales. 5. Transporte pesado. 	
<p>11) Justificación</p> <p>El investigador debe de evidenciar con proyección estadística y matemática, el comportamiento del efecto identificado en el árbol de problemas. El efecto es el aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años, el investigador determinará con su correlación y proyección el efecto que esto tendrá en los próximos cinco años.</p>	

Anexo 2. Árbol de problemas, hipótesis de trabajo y árbol de objetivos

Tópico: Ineficiente mantenimiento de máquina cortadora de lata de aluminio para formación de cuello en empresa



Hipótesis:

“El aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años, por fallas mecánicas frecuentes es debido a la falta de plan de mantenimiento predictivo”.

¿Es la falta de un plan de mantenimiento predictivo y las fallas mecánicas frecuentes, la causa del aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años?

Árbol de objetivos

Fin u objeto general



Disminuir el número de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular.

Objetivo específico



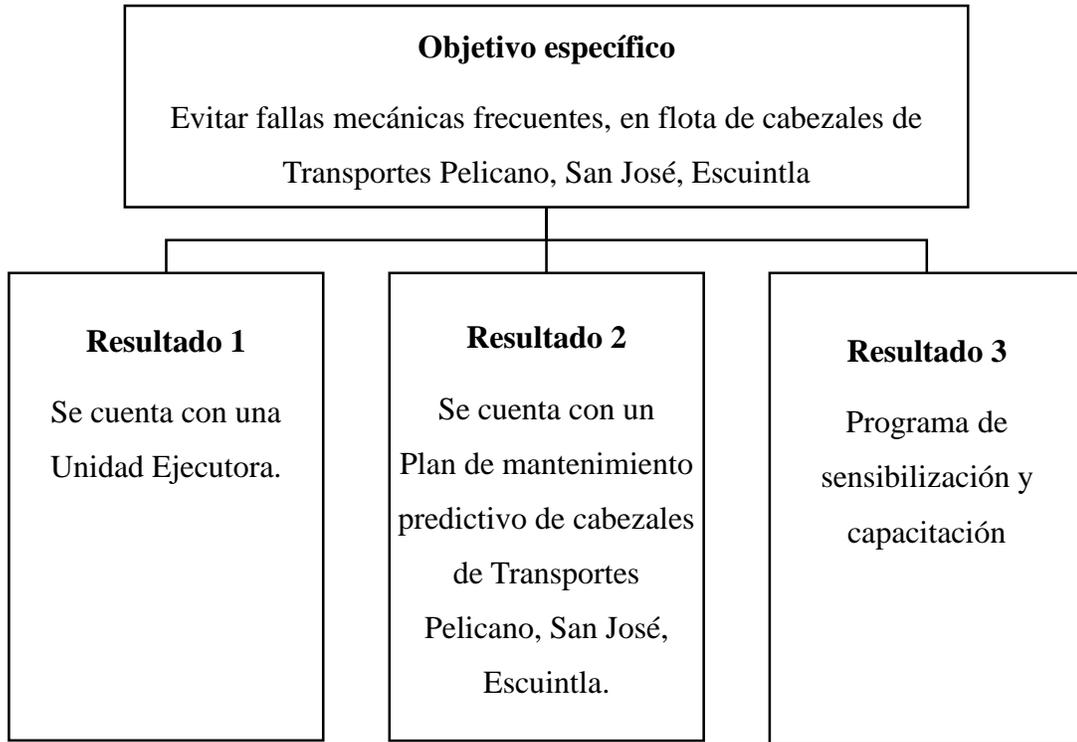
Evitar fallas mecánicas frecuentes, en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.

Medio de solución



Plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.

Anexo 3. Diagrama del medio para solucionar de la problemática



Anexo 4. Boleta de investigación para la comprobación del efecto general

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Dependiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable dependiente siguiente: Aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años.

Esta boleta censal es dirigida a Jefe de Taller de mantenimiento, Supervisor de Taller de mantenimiento, Superintendente de Taller y 31 mecánicos “A”, mediante un censo

Instrucciones: A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

1. ¿Existe aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años?

Si _____ No _____

2. ¿El aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular, se debe a que los pilotos no les dan el correcto funcionamiento a las unidades?

Si _____ No _____

3. ¿El aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años, se debe a que el personal de parte técnica no conoce el funcionamiento mecánico de las unidades?

Si _____ No _____

4. ¿El aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años, se debe a falta de mantenimiento preventivo a las mismas?

Si_____ No_____

5. ¿El aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años, se debe a falta de repuestos para las mismas?

Si_____ No_____

Observaciones: _____

Logar y fecha: _____

Anexo 5. Boleta de investigación para comprobación de la causa

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Independiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable independiente siguiente: falta un plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.

Esta boleta censal está dirigida a Planificador de operaciones, Jefe de operación logística y 60 pilotos, mediante una muestra.

Instrucciones: A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

1. ¿Considera usted que falta un Plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.?

Si_____ No_____

Observaciones: _____

Logar y fecha: _____

Anexo 6. Metodológico de cálculo de muestra

A continuación, se desarrolla el anexo del cálculo de la muestra al 90% del nivel de confianza y al 10 % de error de muestreo por el método aleatorio de población finita cualitativa, que fue dirigida a una población de 62 mecánicos. El nivel de confianza considerado (Z) según la curva de Lorenz corresponde al valor de 1.645. Se aclara que se utilizó el 50% del valor “p”, debido a que no se contaban con investigaciones previas. Para recibir toda la información se tomó una muestra del total de los 550 colaboradores.

CASO: POBLACIÓN FINITA CUALITATIVA

$$N Z^2 pq$$

n=

$$Nd^2 + Z^2 pq$$

N =	62.00
Z =	1.645
Z ² =	2.70603
p =	0.50
q =	0.50
d =	0.10
d ² =	0.01
NZ ² pq =	41.94
Nd ² =	0.62
Z ² pq =	0.68
Nd ² + Z ² pq =	1.30
n =	32.35

N= Población

Z= Valor "Z" en tabla

p= Probabilidad de éxito (Probabilidad que ocurra)

q= Probabilidad de fracaso (Probabilidad que no ocurra)

d= Margen de error permitido(determinado por el responsable de la investigación)

n= Muestra

Anexo 7. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación

Este coeficiente es un indicador estadístico que nos indica el grado de correlación de dos variables; es decir el comportamiento gráfico de las mismas, para trazar la ruta para proyectar dichas variables. En este caso el coeficiente de correlación es igual a 0.98 lo que indica que el comportamiento de estas variables obedece a la ecuación de la línea recta; cuya fórmula simplificada es la siguiente: $y = a+bx$.

Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables, el coeficiente de correlación debe oscilar de $\geq + - 0.80$ a $+ - \leq 1$.

A continuación, se presentan los cálculos y fórmula utilizada para obtener dicho coeficiente.

Cálculo de coeficiente de correlación

Año	X (años)	Y (Efecto) Aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años.	XY	X ²	Y ²
2016	1	89	89	1	7921.00
2017	2	92	184	4	8464.00
2018	3	94	282	9	8836.00
2019	4	96	384	16	9216.00
2020	5	97	485	25	9409.00
Totales	15	468	1424	55	43846.00

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	1424
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	43846.00
$\sum Y=$	468
$n\sum XY=$	7120
$\sum X*\sum Y=$	7020
NUMERADOR	100

$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum Y^2=$	219230.00
$(\sum Y)^2=$	219024.00
$n\sum X^2-(\sum X)^2=$	50
$n\sum Y^2-(\sum Y)^2=$	206
$(n\sum X^2-(\sum X)^2)*$	10300.00
Denominador:	101.4889157
r=	0.985329278

FORMULA:

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

Comentario: La correlación es de 0.98 por lo que hay correlación entre la variable dependiente e independiente, porque se cumple con el parámetro $\geq + - 0.80$ a $+ - \leq 1$. Esto indica que el efecto si se relaciona con la causa, por lo que puede aplicarse la línea recta para proyectar el efecto a cinco años.

Anexo 8. Anexo metodológico de la proyección

Para proyectar el impacto que genera la problemática estudiada, se procedió a utilizar la proyección lineal del fenómeno estudiado.

Previo a ello se procedió a determinar el comportamiento de la variable tiempo, respecto a los casos sujetos de estudio en el tiempo, conforme a una serie histórica dada, la que se encuentra dentro de los parámetros aceptables para considerarse como un comportamiento lineal, que se resume con la ecuación siguiente: $y=a+bx$.

Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables, el coeficiente de correlación debe oscilar de $+ - 0.80$ a $+ - 1$; cuyo cálculo es parte integrante de este documento.

A continuación, se presentan los cálculos y la tabla de análisis de varianza para proyectar los datos correspondientes.

$$y = a + bx$$

AÑO	X (años)	Y (Efecto) Aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años.	XY	X ²	Y ²
2016	1	89	89	1	7921.00
2017	2	92	184	4	8464.00
2018	3	94	282	9	8836.00
2019	4	96	384	16	9216.00
2020	5	97	485	25	9409.00
Totales	15	468	1424	55	43846.00

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	1424
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	43846.00
$\sum Y=$	468
$n\sum XY=$	7120
$\sum X*\sum Y=$	7020
NUMERADOR	100
Denominador de b:	
$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
b=	2
Numerador de a:	
$\sum Y=$	468
$b * \sum X =$	30
Numerador de	
a:	438
a=	87.6

FORMULAS:

$$b = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

FORMULAS:

$$a = \frac{\sum y - b\sum x}{n}$$

ECUACION DE LA RECTA Y= a+(b*x)

Y=	a	+	(b	*	X)
Y=	87.6	+	2		X
Y=	87.6	+	2		6
Y=	99.6				

ECUACION DE LA RECTA Y= a+(b*x)

Y=	a	+	(b	*	X)
Y=	87.6	+	2		X
Y=	87.6	+	2		7
Y=	101.6				

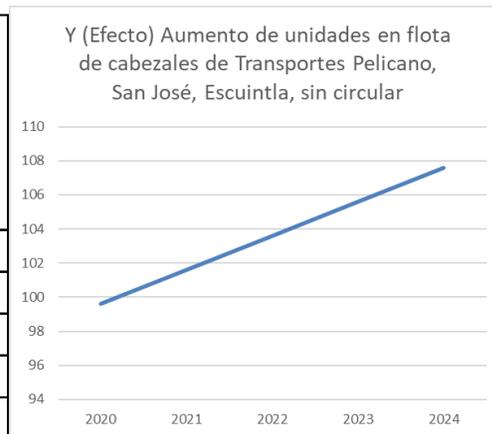
ECUACION DE LA RECTA Y= a+(b*x)

Y=	a	+	(b	*	X)
Y=	87.6	+	2		X
Y=	87.6	+	2		8
Y=	103.6				

ECUACION DE LA RECTA $Y= a+(b*x)$				
Y=	a	+	(b	* X)
Y=	87.6	+	2	X
Y=	87.6	+	2	9
Y=	105.6			

ECUACION DE LA RECTA $Y= a+(b*x)$				
Y=	a	+	(b	* X)
Y=	87.6	+	2	X
Y=	87.6	+	2	10
Y=	107.6			

Años	Y (Efecto) Aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular
2020	100
2021	102
2022	104
2023	106
2024	108

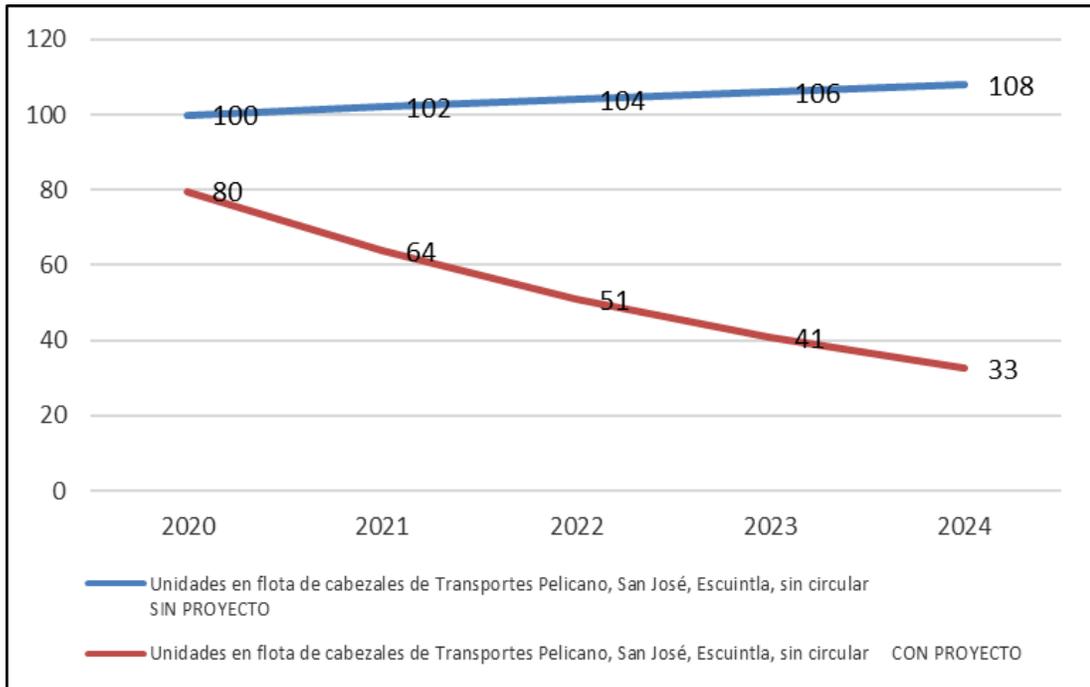


Cálculo de proyección de la línea recta con Proyecto.		
2020	100	80
2021	102	64
2022	104	51
2023	106	41
2024	108	33

$Y(2020) = Y(2019) - 20\%$	
$Y(2020) = 97 - 20\% =$	80
$Y(2021) = Y(2020) - 20\%$	
$Y(2021) = 100 - 20\% =$	64
$Y(2022) = Y(2021) - 20\%$	
$Y(2022) = 102 - 20\% =$	51
$Y(2023) = Y(2022) - 20\%$	
$Y(2023) = 104 - 20\% =$	41
$Y(2024) = Y(2023) - 20\%$	
$Y(2024) = 106 - 20\% =$	33

Analisis comparativo con y sin proyecto

Años	Unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular SIN PROYECTO	Unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular CON PROYECTO	Diferencial
2020	100	80	20
2021	102	64	38
2022	104	51	53
2023	106	41	65
2024	108	33	75
Sumatoria			252



Comentario: de no aplicarse el plan el aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular para el año 2024 llegará a 108 de aplicarse el plan el aumento de unidades en flota de cabezales bajará a 33, para el mismo año.

Jorge Mario Salguero Marín

TOMO II

PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE CABEZALES
DE TRANSPORTES PELICANO, SAN JOSÉ, ESCUINTLA.



Asesor General Metodológico:

MSc. Daniel Humberto González Pereira

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, enero de 2022

Esta tesis fue presentada por el autor, previo a obtener el título universitario de Licenciatura en Ingeniería Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables.

Prólogo

De acuerdo al reglamento del programa de graduación de Universidad Rural de Guatemala y previo a obtener el título universitario de Licenciatura en Ingeniería Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables, se llevó a cabo el estudio denominado: “Plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.” para proponer las posibles soluciones a las fallas mecánicas frecuentes, en flota de cabezales de Transportes Pelicano.

Esta investigación tiene como finalidad que el estudiante aplique los conocimientos adquiridos, además que sea fuente de consulta para estudiantes de Ingeniería Industrial de diferentes universidades del país, y que pueda aplicarse en diferentes áreas de trabajo similares a los que se realizan en Transportes Pelicano.

Con el fin de solucionar la problemática planteada se presenta como aporte a dicha solución, tres resultados que son. Se cuenta con una Unidad Ejecutora. Se cuenta con un Plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla. Se cuenta con un programa de sensibilización y capacitación.

Presentación

El estudio de tesis titulado, “Plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.”, fue realizado durante el mes de mayo de dos mil veinte al mes de marzo de dos mil veintiuno, según los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala.

Este plan contiene las tareas que se realizan en las instalaciones con el objetivo de cumplir con los requisitos necesarios para evitar fallas mecánicas frecuentes, en flota de cabezales de Transportes Pelicano. El mantenimiento también es visto como una combinación de elementos en donde se restablecen equipos para alargarles la vida.

La importancia del plan de mantenimiento predictivo se basa en el ahorro económico con el fin de disminuir el aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular, en el menor tiempo posible y mantener los vehículos en disponibilidad, con niveles de calidad y seguridad.

Índice

No.	Contenido	Página
I.	RESUMEN.....	01
II.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	07
	ANEXOS	

I.RESUMEN

El presente trabajo de investigación: “Plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.” es una propuesta de solución a la problemática de las fallas mecánicas frecuentes en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.

El planteamiento del problema refleja que existen fallas mecánicas frecuentes en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla; esto tiene como efecto el aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años y la causa es la falta de plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.

La hipótesis es “El aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años, por fallas mecánicas frecuentes es debido a la falta de plan de mantenimiento predictivo”

Los objetivos de la investigación son:

- Objetivo general: Disminuir el número de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular.
- Objetivo específico: Evitar fallas mecánicas frecuentes, en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.

La investigación se justifica porque en los últimos 5 años ha existido un aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla por la falta de plan de mantenimiento predictivo de cabezales.

Como aproximación y solución del problema expuesto, se hace necesario implementar un Plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.

Si se aplica el plan disminuirá el número de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular. Por lo contrario, si no se aplica el plan, continuarán las fallas mecánicas frecuentes, en flota de cabezales.

La metodología utilizada reunió un conjunto de métodos y técnicas para la obtención de resultados y la comprobación de las variables dependiente e independiente, así como la formulación y comprobación de la hipótesis.

Para comprobar la hipótesis planteada, se realizó la siguiente metodología.

Los métodos utilizados en la formulación de la hipótesis fueron:

- Método del Marco Lógico: sirvió para elaborar el árbol de problemas y el de objetivos, para establecer los resultados deseados y esperados dentro de la investigación, así mismo para fijar y establecer los insumos y tiempos por cada resultado. También para comprobar la hipótesis.
- Método Deductivo: Se utilizó para identificar la problemática y de esta manera poder definir la investigación planteada, parte de lo general a lo específico.

Métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis

Los métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis fueron los siguientes:

- Método Inductivo: Fue empleado para llegar a conclusiones generales de la problemática encontrada, parte de lo particular.
- Método de Análisis: Se utilizó para determinar la relación entre la problemática, efecto y causa.
- Método Estadístico: Fue empleado en la tabulación, elaboración de gráficas, análisis y de los resultados obtenidos de los cuestionarios planteados a la población objeto de estudio, para comprobar las variables; Dependiente “Y” e Independiente “X.

- Método de Síntesis: Sirvió para resumir y hacer congruente la totalidad de la investigación y así presentar la propuesta para solucionar la problemática encontrada.

Técnicas empleadas en la formulación de la hipótesis fueron las siguientes:

- Lluvia de Ideas: Fue usada para escuchar las ideas expresadas por el personal involucrado directamente y que tienen incidencia en el proceso actual, para luego reunir todas las soluciones posibles al problema detectado.

- Observación Directa: Esta técnica se utilizó en la visita a Transportes Pelicanos, San José, Escuintla; por medio de esta técnica se logró observar la problemática encontrada y obtener conclusiones sobre la misma.

- Investigación Documental: Es necesaria para sustentar las bases de la presente propuesta, testimonios y estudios de reconocidos autores, describe el tema de estudio.

Técnicas empleadas para la comprobación de la entidad.

- Cuestionarios: Técnica empleada para comprobar las variables dependiente e independiente, fue ejecutado directamente al personal de la empresa.

- Entrevista: Técnica aplicada al personal de Transportes Pelicano, San José, Escuintla; para determinar el conocimiento que poseen los colaboradores sobre la problemática, el efecto y la causa.

- Análisis de Datos: Esta se aplicó para interpretar los datos tabulados en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación a los colaboradores de la entidad.

El marco teórico estableció las bases sólidas que apoyan el presente manual

Los aspectos doctrinarios incluyen aspectos legales. Comprenden:

- Plan
- Mantenimiento
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento de cabezales
- Transporte pesado

Los anexos son:

Anexo 1. Modelo de investigación Dominó

Este es un instrumento que brinda una visión general de la investigación; identifica el problema, el mayor daño ocasionado, lo que se convierte en efecto y su causa principal. Estos se vuelven aspectos positivos que son identificados como objetivo general, objetivo específico y medio de solución.

Luego de eso, la hipótesis, las boletas del efecto y la causa; siguiente, los temas de marco teórico, continúa la justificación; y por último los indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general y específico.

Anexo 2. Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos

2.1. Árbol de problemas e hipótesis

El diagrama del árbol de problemas contiene el efecto (variable dependiente Y), la causa (variable independiente "X") y el problema central. sí como la hipótesis planteada de la investigación con el diagnostico sintetizado para su comprobación final.

2.2. Árbol de objetivos

Plasma los objetivos trazados durante la presente investigación acorde a la problemática encontrada, su causa y efecto, que están incluidos en el árbol de

problemas. Conformado por el objetivo general, el objetivo específico y el medio de solución.

Anexo 3. Diagrama del medio de solución de la problemática

Propuesta que fue diseñada para cumplir con los objetivos planteados, integrada por tres resultados: Resultado 1. Se cuenta con una Unidad Ejecutora. Resultado 2. Se cuenta con un plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla. Resultado 3. Programa de sensibilización y capacitación.

Anexo 4. Boleta de investigación para la comprobación del efecto general

Variable dependiente “Y”: Aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años.

Anexo 5. Boleta de investigación para la comprobación de la causa principal

Variable independiente “X”: Falta de plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.

Su objetivo es disminuir el número de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular.

Anexo 6. Cálculo de la muestra

La muestra es una representación del comportamiento y característica de la población en general, se realiza si la población es mayor a 35 elementos, en este caso no se realizó porque la población es menor a esta cantidad, entonces se realizó un censo.

Anexo 7. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación

Indicador estadístico, el cual indica el grado de correlación de dos variables; es decir el comportamiento gráfico de las mismas, trazar la ruta para proyectar dichas

variables. El Coeficiente de correlación debe oscilar de $\geq \pm 0.80$ y $\leq \pm 1$.

Anexo 8. Anexo metodológico de la proyección

Para proyectar el impacto que genera la problemática estudiada, se procedió a utilizar la proyección lineal del fenómeno estudiado.

Previo a ello se procedió determinar el comportamiento de la variable tiempo respecto a casos sujetos de estudio en el tiempo con forme a una serie histórica dada, la que se encuentra dentro de los parámetros aceptables para considerarse como un comportamiento lineal, que se resume con la ecuación siguiente $y=a+bx$. Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables, el coeficiente de correlación debe oscilar de $\geq \pm 0.80$ y $\leq \pm 1$.

Resultados para solución de la problemática

1. Se cuenta con una Unidad Ejecutora.

Está estructurada por la entidad Transportes Pelicano, San José, Escuintla. Es quien provee los recursos requeridos para el cumplimiento y ejecución de la presente propuesta, es decir los recursos materiales, humanos y tecnológicos.

2. Se cuenta con un plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla-

3. Programa de sensibilización y capacitación

El objetivo de este programa es brindar el conocimiento necesario a los colaboradores de la entidad Transportes Pelicano, San José, Escuintla para que logren disminuir el número de unidades en flota de cabezales.

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

II.1. Conclusión

Se comprueba la hipótesis: “El aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años, por fallas mecánicas frecuentes es debido a la falta de plan de mantenimiento predictivo”.

II.2. Recomendación

Implementar la propuesta: Plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.

ANEXOS

Anexo 1. Propuesta para solucionar la problemática

1. Introducción

El problema de la investigación son Fallas mecánicas frecuentes, en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla; esto tiene como efecto Aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años; la causa del problema es Falta de plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.

La hipótesis que se comprobó fue: “El aumento de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular en los últimos cinco años, por fallas mecánicas frecuentes es debido a la falta de plan de mantenimiento predictivo”

El objetivo general es Disminuir el número de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular. El medio de solución está formado por los siguientes tres resultados:

- Se cuenta con una Unidad Ejecutora
- Se cuenta con un plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.
- Programa de sensibilización y capacitación

1.1. Descripción de resultados

La propuesta pretende que la empresa Transportes Pelicano, San José, Escuintla, implemente el plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla; este plan está integrado por tres resultados para darle solución a la problemática.

Los resultados se desarrollan a continuación:

Resultado 1. Se cuenta con una Unidad Ejecutora

La unidad Ejecutora es la empresa Transportes Pelicano, San José, Escuintla; entidad que está encargada de implementar todos los componentes, materiales, fuerza laboral y recursos necesarios para ejecutar la propuesta planteada, dicha entidad es la responsable de que se ejecuten las actividades y permite que se cumplan todos los métodos para disminuir el número de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular.

Actividad 1. Reclutamiento, Selección, contratación e Inducción de personal necesario. Un Ingeniero Industrial, quien será el encargado de llevar a cabo el plan de mantenimiento predictivo de cabezales.

Reclutamiento de Ingeniero Industrial

- Perfil de Ingeniero Industrial

Transportes Pelicano, Puerto San José, Escuintla.

Unidad: Área de mantenimiento

Cargo: Auxiliar de jefe de mantenimiento. Encargado de capacitaciones

Código del cargo: 005

Naturaleza del puesto: Operativa

Dependencia Jerárquica: Jefe de taller de Mantenimiento

Unidades bajo su mando: Mecánicos del taller, superintendente.

Relaciones internas de trabajo: Pilotos de cabezales, colaboradores de logística y mantenimiento.

Funciones: Responsable de llevar a cabo el plan de mantenimiento predictivo de cabezales, Planificar, dirigir, organizar, y controlar las actividades de capacitación, Coordinar y asignar responsabilidades a los colaboradores de mantenimiento y logística.

Requisitos del puesto:

Licenciatura en Ingeniería Industrial, Conocimiento en mantenimiento predictivo, Experiencia de dos años en mantenimiento de cabezales.

-Reclutamiento

Será contratado aquel que cumpla con los requisitos solicitados por la empresa.

Empresa Transportes Pelicano, Puerto San José, Escuintla.

Requisitos:

- Licenciatura en Ingeniería Industrial
- Conocimiento en mantenimiento predictivo
- Experiencia de dos años en mantenimiento de cabezales

Ofrecemos:

* Prestaciones laborales * Salario llamativo * Ambiente sano de trabajo

Resultado 2. Se cuenta con un Plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.

* Actividad 1: Plan de Mantenimiento Predictivo de Cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.

* Actividad 2: Gerente o Dueño del transporte

* Actividad 3: Inducir al personal para que se acople al manual

1. Introducción

En todo tipo de mantenimiento se realizan varios procesos con el objetivo de optimizar los motores de los cabezales, se realizan en el menor tiempo posible, pero de manera óptima para que el cabezal esté disponible a la brevedad, tomar en cuenta la prevención de accidentes para que el mantenimiento no tenga contratiempos.

Al realizar los mantenimientos en los cabezales estos deben inspeccionarse para corroborar que se cumple con los parámetros de la planificación del mantenimiento, en la supervisión se incluyen la revisión de los insumos y repuestos para los distintos mantenimientos que se realizarán a los cabezales.

2. Objetivos

- a) Garantizar que los cabezales este disponibles y confiables
- b) Satisfacer los requisitos de mantenimiento de cada cabezal
- c) Cumplir con las normas de seguridad en los mantenimientos
- d) Maximizar la productividad de los mantenimientos

3. Responsable

El personal de mantenimiento o equipo mecánicos del transporte tiene a su cargo la realización de los mantenimientos de los cabezales, el supervisor deberá de constatar que los procesos se desarrollan conforme a los parámetros establecidos por la gerencia del transporte.

4. Alcance

La finalidad de mantenimiento predictivo es predecir anticipadamente problemas o fallas que pueda presentar los cabezales para su correcto funcionamiento, por lo regular se genera una lista de los procesos que se tienen que desarrollar en el mantenimiento, se tiene que tener una definición de las características de los componentes del cabezal así como del motor, para que los cabezales estén en condiciones de funcionalidad segura para transportar las distintas cargas sin que se presenten contradicciones por la carencia de mantenimiento.

5. Recomendaciones personales de seguridad

- Utilizar vestimenta industrial, casco, gafas, guantes, overol y zapatos industriales con punta de acero.
- Si el motor está aún en movimiento puede causar lesiones graves al personal que ejerce el mantenimiento.
- No permitir que haya personas ajenas a los procesos de mantenimientos.
- Utilice polipastos si los componentes son muy pesados.
- Mantenga manos, pies y ropa suelta fuera del alcance de partes que tienen movimiento rotativo.
- Mantener limpia el área de trabajo para evitar resbalarse y provocar algún accidente.

6. Primera Fase: Lubricación

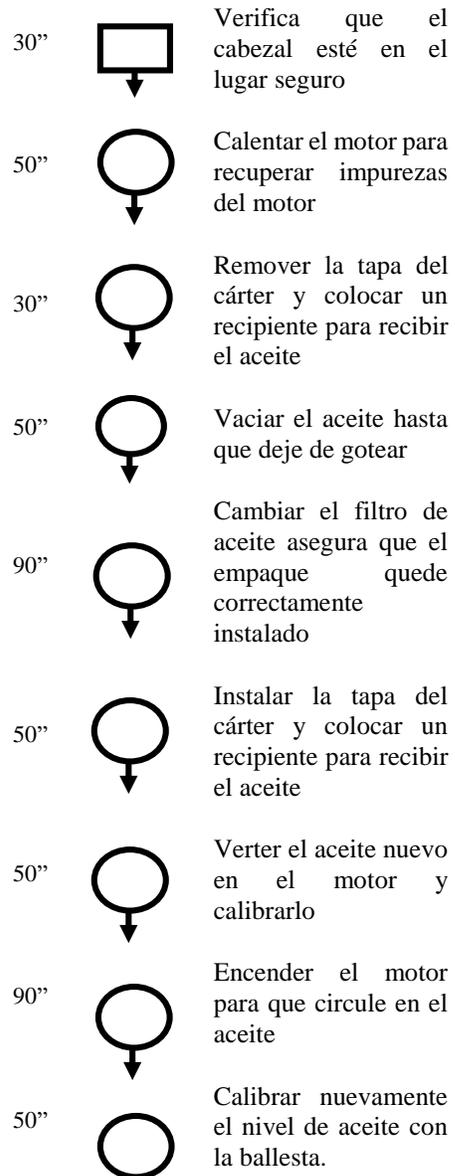
Los motores de los cabezales son en promedio más grandes que los de un automóvil, producen entre 400 y 500 caballos de fuerza y un alto torque estos están diseñados para cargas pesadas y para sobrevivir a todo tipo de terreno con carga, estos motores están capacitados para recorrer un promedio de 2 millones de kilómetros, mucho más que un auto normal por lo que una buena lubricación en periodos determinados alargará la vida óptima del cabezal.

LUBRICACIÓN		
No.	Actividad	Responsable
1	Verifica que el cabezal esté en el lugar seguro	Mecánico
2	Calentar el motor para recuperar impurezas del motor	Asistente de mecánico
3	Remover la tapa del carter y colocar un recipiente para recibir el aceite	Mecánico
4	Vaciar el aceite hasta que deje de gotear	Asistente de mecánico
5	Cambiar el filtro de aceite asegura que el empaque quede correctamente instalado	Mecánico
6	Instalar la tapa del cárter y colocar un recipiente para recibir el aceite	Mecánico
7	Verter el aceite nuevo en el motor y calibrarlo	Asistente de mecánico
8	Encender el motor para circule el aceite	Mecánico
9	Calibrar nuevamente el nivel de aceite con la ballesta.	Mecánico

Diagrama 1

Lubricación

Actividad	Cantidad	Tiempo (Seg)
Operación 	8	30
Inspección 	1	490
Totales	9	520



7. Segunda Fase: Mantenimiento del radiador

El sistema de refrigeración deberá estar lleno hasta el borde de la boca de llenado. El agregado de agua al sistema, cuando sea necesario deberá efectuarse de preferencia con el motor frío. Si fuera necesario, se deberá reponer una cantidad de líquido grande, y agregar al sistema agua potable con 1% de aceite soluble anticorrosivo por litro de agua. No hay que retirar la tapa del sistema de refrigeración cuando la temperatura del motor sea superior a 90° C, porque podría causarle una quemadura.

Mantenimiento del radiador		
No.	Actividad	Responsable
1	Utilizar suficiente agua y cepillo para limpiar a vapor, remover la suciedad del panel.	Asistente de mecánico
2	Verificar que la tapa utilizan un probador, bombee el probador y mida la presión de abertura de la válvula de desahogo. La presión de abertura estándar es 0.75 – 1.05 kg. –cm ² (74 -103 kpa).	Mecánico
3	Verificar en busca de fugas en el sistema de enfriamiento	Asistente de mecánico
4	Llenar con líquido refrigerante el radiador y fije el probador de tapa del radiado	Asistente de mecánico
5	Calentar el motor	Asistente de mecánico
6	Bombear el probador a 1.2 Kg. –cm ² y confirmar que la presión no descienda	Mecánico
7	Verificar el núcleo del calentador, el bloque de motor y el núcleo de los cilindros	Mecánico

Diagrama 2

Mantenimiento del radiador

Actividad	Cantidad	Tiempo (Seg)
Operación 	4	210
Inspección 	3	130
Totales	7	340

90"



Utilizar suficiente agua y cepillo para limpiar a vapor, remover la suciedad del panel.

20"



Verificar que la tapa utilizan un probador, bombee el probador y mida la presión de abertura de la válvula de desahogo

50"



Verificar en busca de fugas en el sistema de enfriamiento

50"



Llenar con líquido refrigerante el radiador y fije el probador de tapa del radiado

90"



Calentar el motor

90"



Bombear el probador a 1.2 Kg. – cm² y confirmar que la presión no descienda

30"



Verificar el núcleo del calentador, el bloque de motor y el núcleo de los cilindros

8. Tercera Fase: Sistema de embrague

Para mantener el sistema de embrague en perfectas condiciones, es necesario revisar los siguientes mecanismos, bomba central, bomba auxiliar, horquilla, collarín, canasta, y disco.

SISTEMA DE EMBRAGUE		
No.	Actividad	Responsable
1	Con el motor en ralentí, pise el pedal del embrague y comprobar si se escuchan ruidos raros ni se aprecien otras anormalidades,	Mecánico
2	Verificar que se embraga suavemente al estar la transmisión en primera y en marcha atrás	Mecánico
3	Quitar la funda del cilindro maestro, asegurándose que el pistón vuelva a su posición original.	Asistente de mecánico
4	Aflojar la contratuerca. Giran a mano la varilla de empuje hasta que toque el pistón, después retroceder la varilla de empuje una vuelta completa y luego apretar la contratuerca.	Asistente de mecánico
5	Ver el juego del pedal del embrague debe oscilar entre unos 35 y 55 milímetros (1.38 – 2.17 pulgadas).	Mecánico
6	Para comprobar el patinamiento y la acción del embrague, se debe poner el vehículo en marcha sueltan poco a poco el pedal del embrague	Mecánico

Diagrama 3

Sistema de embrague

Actividad	Cantidad	Tiempo (Seg)
Operación 	4	180
Inspección 	2	50
Totales	6	230

30"



Con el motor en ralentí, pise el pedal del embrague y comprobar si se escuchan ruidos raros ni se aprecien otras anomalías,

20"



Verificar que se embraga suavemente al estar la transmisión en primera y en marcha atrás

30"



Quitar la funda del cilindro maestro, asegurándose que el pistón vuelva a su posición original.

30"



Aflojar la contratuerca. Gira a mano la varilla de empuje hasta que toque el pistón, después retroceder la varilla de empuje una vuelta completa

30"



Ver el juego del pedal del embrague debe oscilar entre unos 35 y 55 milímetros (1.38 – 2.17 pulgadas).

90"



Para comprobar el patinamiento y la acción del embrague, se debe poner el vehículo en marcha sueltan poco a poco el pedal del embrague

9. Cuarta Fase: Mantenimiento sistema de frenos y freno estacionario

Se debe mover la palanca de la válvula de mando hacia fuera y desplazarla hacia abajo, y verificar si la presión neumática es insuficiente para accionarlo. La lámpara de control en el tablero de instrumentos permanecerá encendida, entonces se deberá esperar un momento hasta que se apague. También se puede utilizar en algunos casos cuando falla el freno de servicio. Como freno de emergencia.

MANTENIMIENTO SISTEMA DE FRENOS Y FRENO ESTACIONARIO		
No.	Actividad	Responsable
1	Verificar el estado de las fricciones que no presenten fracturas.	Mecánico
2	Revisar la tubería que no tengan fugas y el forro de las mangueras que no estén gastados	Mecánico
3	Revisar de válvulas neumáticas	Asistente de mecánico
4	Revisar y calibrar el nivel de líquido de frenos	Asistente de mecánico
5	Medir las balatas para ver el desgaste y compararlos según las recomendaciones del fabricante	Mecánico
6	Calibrar la presión de los tanques de presión de aire de frenado	Mecánico
7	Verificar el funcionamiento del freno de escape.	Mecánico
8	Reemplazar en tiempo determinado todas las piezas de los frenos para que esté en óptima condición.	Mecánico

Diagrama 4

Mantenimiento sistema de frenos y freno estacionario

Actividad	Cantidad	Tiempo (Seg)
Operación 	3	200
Inspección 	5	130
Totales	8	330

- 30"  Verificar el estado de las fricciones que no presenten fracturas.
- 30"  Revisar la tubería que no tengan fugas y el forro de las mangueras que no estén gastados
- 30"  Revisar de válvulas neumáticas
- 10"  Revisar y calibrar el nivel de líquido de frenos
- 90"  Medir las balatas para ver el desgaste y compararlos según las recomendaciones del fabricante
- 90"  Calibrar la presión de los tanques de presión de aire de frenado
- 30"  Verificar el funcionamiento del freno de escape.
- 20"  Reemplazar en tiempo determinado todas las piezas de los frenos para que esté en óptima condición.

Resultado 3. Programa de sensibilización y capacitación

3.1. Introducción

Responde a la necesidad de Disminuir el número de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular. Se capacitará a los colaboradores de la entidad para llevar a cabo el plan de mantenimiento predictivo, de esta forma el personal ayuda a que se cumpla el objetivo general del plan que es disminuir el número de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular.

3.2. Dirigido a

El programa está dirigido a Supervisor de taller, Superintendente, Mecánicos y pilotos.

3.3. Objetivo general

Disminuir el número de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular.

3.4. Objetivo específico

Evitar fallas mecánicas frecuentes, en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.

3.5. Duración

6 horas

3.6. Fechas y Horario

Fecha: 20/04/2021.

Horario: De 9:00 a.m. a 3:00 p.m.

3.7. Metodología

Se realizarán debates y presentación de resultados sobre el plan que se desea

implementar, de esta manera se logrará una capacitación eficiente a los colaboradores, con el fin de que tengan los conocimientos necesarios para cumplir el objetivo general de la empresa.

3.8. Contenido

Módulo I: Plan

Objetivo: Tener conocimiento sobre la estructura e importancia de un plan.

Temas:

- Tipos de planeación
- Beneficios de un plan
- Características de la planeación

Módulo II: Mantenimiento

Objetivo: Conocer los tipos de mantenimiento que existen

Temas:

- Niveles del mantenimiento
- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo

Módulo III: Mantenimiento predictivo

Objetivo: Conocer las características y correcta realización de un mantenimiento predictivo

Temas:

- Mantenimiento basado en condición
- Prevención de fallas

- Frecuencias de inspecciones
- Programa de mantenimiento

Módulo VI: Mantenimiento de cabezales

Objetivo: Conocer la estructura del correcto mantenimiento a los cabezales

Temas:

- Actividades de mantenimiento
- Mantenimiento específico
- Tareas de mantenimiento

Módulo V: Transporte pesado

Objetivo: Tener conocimiento sobre las deficiencias que se pueden generar en el transporte pesado y sus consecuencias.

Temas:

- Principales problemas de motores de transporte pesado
- Pérdida de los accidentes de tránsito de transporte pesado

Actividades de los módulos:

- Presentación de resultados
- Presentación de análisis
- Foros de debate

Anexo 2. Matriz de la Estructura Lógica

Componentes	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
<p>Objetivo general: Disminuir el número de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular.</p>	<p>Disminuir el número de unidades en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, sin circular, en 85% en el primer año.</p>	<p>Encuesta dirigida al Jefe de Taller de mantenimiento, Supervisor de Taller de mantenimiento, Superintendente de Taller y 31 mecánicos</p>	<p>Transportes Pelicano ayudará a alcanzar el objetivo</p>
<p>Objetivo específico: Evitar fallas mecánicas frecuentes, en flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.</p>	<p>Lograr la identificación de fallas mecánicas frecuentes de las unidades de flota de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla, en 85% en el primer año.</p>	<p>Encuesta dirigida a al Planificador de operaciones, jefe de operación logística y 60 pilotos</p>	<p>Transportes Pelicano ayudará a alcanzar el objetivo</p>
<p>Resultado 1: Se cuenta con una Unidad Ejecutora.</p>			

<p>Resultado 2: Se cuenta con un plan de mantenimiento predictivo de cabezales de Transportes Pelicano, San José, Escuintla.</p>			
<p>Resultado 3: Programa de sensibilización y capacitación</p>			