

**Plan de mantenimiento preventivo para los vehículos de
transporte privado de la empresa (Palmeras del Puerto S.A.S)**



Nicolás Alejandro Valero Sandoval, Juan Sebastián Tangarife Rodríguez

Noviembre 2022

Universidad Antonio Nariño

Programa Ingeniería Industrial

Facultad Ingeniería Industrial

Villavicencio, Colombia

Noviembre, 2022

**Plan de mantenimiento preventivo para los vehículos de
transporte privado de la empresa (Palmeras del Puerto S.A.S)**

Nicolás Alejandro Valero Sandoval, Juan Sebastián Tangarife Rodríguez

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de:

Ingeniero Industrial

Director (a):

Ing. Nancy Esperanza Saray Muñoz

Línea de Investigación: Productividad, competitividad e innovación.

Universidad Antonio Nariño

Programa Ingeniería Industrial

Facultad Ingeniería Industrial

Villavicencio, Colombia

Noviembre, 2022

Notas del autor

Nicolas Alejandro Valero Sandoval, Facultad de Ingeniería Industrial,
Universidad Antonio Nariño, Ciudad.

Juan Sebastián Tangarife Rodríguez, Facultad de Ingeniería Industrial,
Universidad Antonio Nariño, Ciudad.

Trabajo realizado en conjunto con la empresa Palmeras del Puerto S.A.S

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico en primer lugar a Dios, quien ha sido mi guía a lo largo de la carrera, brindándome salud y sabiduría para culminar esta etapa de mi vida, en segundo lugar, le dedico este proyecto a mis padres porque gracias a sus consejos y a la formación que me dieron fue posible conseguir las metas que me había propuesto al iniciar la carrera.

A mis hermanos, que junto con mis padres siempre han estado ahí, dándome consejos y guiándome paso a paso para ser una persona responsable y respetuosa buscando siempre mejorar día a día en pro de lograr los objetivos que me proponga.

Nicolas Valero Sandoval

Este Proyecto en primera instancia se lo dedico a Dios por brindarme la sabiduría y el entendimiento para culminar esta nueva etapa de mi vida, en segundo lugar, se lo dedico a mi mamá que siempre ha estado ahí apoyándome en cada paso que doy, que es mi ejemplo a seguir y gracias a la educación que ella me brindo puedo ser una persona llena de muchas cualidades.

A mi hermana que es otro ejemplo a seguir, al igual que mi mamá siempre está dispuesta a apoyarme y a guiarme en todo momento y situación, por ultimo quiero dedicar también este gran paso de mi vida a mi abuela que no se encuentra con nosotros, pero estoy seguro que estaría muy orgullosa de todo lo que he logrado.

Juan Sebastián Tangarife Rodríguez

Agradecimientos

Agradecemos a Dios por darnos la salud, la sabiduría y la vida. A nuestros padres por haber confiado en nosotros y hacer ese esfuerzo económico.

Agradecemos a la Ingeniera Nancy Esperanza Saray Muñoz, por siempre estar ahí para nosotros durante absolutamente toda la carrera, gracias al tiempo y al trabajo que nos dedicó; en especial en estos últimos semestres apoyándonos como tutora de nuestro trabajo de grado. A la Universidad Antonio Nariño por brindarnos el conocimiento necesario para ser mejores personas.

Agradecemos también a la empresa PALMERAS DEL PUERTO S.A.S. A su personal administrativo y operativo por su colaboración para llevar a cabo este proyecto.

Resumen

En el municipio de Puerto López, Meta; se encuentra ubicada la empresa de transporte de personal privado Palmeras del Puerto, la empresa lleva varios años prestando el servicio, a empresas agroindustriales y petroleras (Bioenergy, Riopaila, Upecol, Ecopetrol, etc) que se encuentran ubicadas en la zona.

Estas empresas tienen sus instalaciones en la zona rural del municipio, por lo cual las rutas, tienden a estar en condiciones no óptimas para el sistema de transporte y debido al mal estado de las vías de acceso se presentan una serie de problemas técnico-mecánicos en los vehículos.

Con respecto a esta situación se han presentado múltiples fallas, ocasionando que los vehículos no puedan terminar sus rutas establecidas, muchas veces quedándose varados incluso con personal a bordo. La empresa no ha tomado cartas en el asunto y solamente realiza mantenimientos correctivos al suceder estos incidentes. Es por ello que se debería realizar un mantenimiento preventivo, teniendo en cuenta el desgaste del vehículo a partir de un registro semanal del kilometraje por vehículo.

Palabras Clave: *Mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, transporte.*

Abstract

In the municipality of Puerto López, Meta; The private personnel transportation company Palmeras del Puerto is located, the company has been providing the service for several years to agro-industrial and oil companies (Bioenergy, Riopaila, Upecol, Ecopetrol etc.) that are located in the area.

These companies have their facilities in the rural area of the municipality, therefore the routes tend to be in non-optimal conditions for the transport system and due to the poor condition of the access roads, a series of technical-mechanical problems arise. in vehicles.

With respect to this situation, there have been multiple failures, causing the vehicles to not be able to finish their established routes, many times being stranded even with personnel on board. The company has not taken action on the matter and only performs corrective maintenance when these incidents occur. That is why preventive maintenance should be carried out, taking into account the wear of the vehicle from a weekly record of the mileage per vehicle.

Keywords: *preventive maintenance, corrective maintenance, personnel transportation.*

Tabla de contenido

<i>Introducción</i>	1
<i>Planteamiento del Problema</i>	2
Descripción del Problema	2
Formulación del Problema	3
<i>Justificación</i>	5
<i>Objetivos</i>	8
Objetivo General	8
Objetivos Específicos	8
<i>Marco Referencial</i>	9
Antecedentes	9
Marco Teórico	12
<i>Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMEF).</i>	12
Etapas del Análisis del método AMFE	13
<i>Proceso de Gestión de Mantenimiento.</i>	14
<i>Planes de mantenimiento.</i>	14
<i>Mantenimiento Industrial.</i>	14
<i>Tipos de Mantenimiento.</i>	14
Mantenimiento Correctivo.	14
Mantenimiento Preventivo	16
Mantenimiento Cero Horas (Overhaul)	19
Mantenimiento En Uso	19

	VIII
Marco Conceptual	20
<i>Cronograma de Actividades.</i>	20
<i>Formatos.</i>	20
<i>Modelo Condicional.</i>	20
<i>Modelo Correctivos.</i>	20
<i>Modelo Sistemáticos.</i>	20
<i>Plan de Mantenimiento Preventivo.</i>	21
<i>Realización de pruebas y ensayos.</i>	21
<i>Transporte Terrestre.</i>	21
Marco Geográfico	21
Marco Legal	22
<i>Diseño Metodológico</i>	25
Tipo y Enfoques de Investigación	25
Variables de Medición	25
Recolección y Análisis de Datos	26
<i>Etapa 1. Conocer el estado actual de la flota de la empresa (Palmeras del Puerto S.A.S).</i>	26
<i>Etapa 2. Análisis modo de fallas y efectos de los vehículos.</i>	27
<i>Etapa 3. Elaborar un plan de mantenimientos preventivos de cada vehículo y las acciones de mejora de cada autoparte.</i>	28
<i>Desarrollo del Proyecto</i>	29
Diagnostico actual de la flota de la empresa Palmeras del Puerto S.A.S	29

	IX
Análisis modo de fallas y efectos de los vehículos.	30
Plan de mantenimiento preventivo para la empresa Palmeras Del Puerto SAS	44
<i>Conclusiones</i>	45
<i>Recomendaciones</i>	46
<i>Lista de referencias</i>	47
<i>Anexos</i>	53

Lista de Tablas

Tabla 1. <i>Modelo de clasificación AMFE</i>	13
Tabla 2. <i>Leyes y decretos</i>	22
Tabla 3. <i>VARIABLES de Medición</i>	25
Tabla 4. <i>Lista de equipos</i>	29
Tabla 5. <i>Modo falla vehículos</i>	31
Tabla 6. <i>Efectos del modo falla</i>	32
Tabla 7. <i>Causas del modo falla</i>	34
Tabla 8. <i>Calificación del Índice de Priorización del Riesgo (IPR) del Sistema de Inyección.</i>	37
Tabla 9. <i>Calificación del Índice de Priorización del Riesgo (IPR) del Sistema eléctrico.</i>	38
Tabla 10. <i>Calificación del Índice de Priorización del Riesgo (IPR) del Sistema de refrigeración.</i>	39
Tabla 11. <i>Calificación del Índice de Priorización del Riesgo (IPR) del Sistema de suspensión.</i>	40
Tabla 12. <i>Calificación del Índice de Priorización del Riesgo (IPR) del Sistema de dirección.</i>	41
Tabla 13. <i>Calificación del Índice de Priorización del Riesgo (IPR) del Sistema de frenos.</i>	41
Tabla 14. <i>Calificación del Índice de Priorización del Riesgo (IPR) del Sistema de motor, caja y transmisión.</i>	42

Lista de Figuras

Figura 1. *Ubicación de la Empresa Palmeras del Puerto S.A.S*

22

Lista de Anexos

Anexo 1. <i>Ficha Técnica Del Vehículo</i>	53
Anexo 2. <i>Formato de lista pre operacional para camionetas</i>	56
Anexo 3. <i>Formato de la lista de chequeo por división de sistemas de los vehículos</i>	57
Anexo 4. <i>División de los sistemas vehículos</i>	59
Anexo 5. <i>Formato del estado de los sistemas de los vehículos</i>	60
Anexo 6. <i>Clasificación de la gravedad del modo de fallo según la repercusión en el cliente / usuario.</i>	62
Anexo 7. <i>Clasificación de la frecuencia / probabilidad de ocurrencia del modo de fallo.</i>	63
Anexo 8. <i>Clasificación de facilidad de detección del modo fallo</i>	64
Anexo 9. <i>Formato Para Efectos de las Fallas</i>	65
Anexo 10. <i>Cronograma de Actividades</i>	66
Anexo 11. <i>Historial de mantenimiento</i>	70
Anexo 12. <i>Plan de mantenimiento preventivo para los vehículos de la empresa Palmeras del Puerto S.A.S.</i>	71

Introducción

Desde el año 2018 que la empresa palmeras del puerto S.A.S fue constituida con el fin de suplir unas necesidades de transporte, esta ha tenido el mismo modus operandi a la hora de realizarle el mantenimiento a su flota de automotores, cuando estos requieran de un mantenimiento se procede a realizarlo, pero esto al pasar el tiempo ha generado ciertos contratiempos y cuellos de botella, por este motivo la empresa debe mantener siempre en alto los estándares de calidad y trabajar en pro para superarlos, optimizando las condiciones de los equipos que tengan que ver con los servicios que estos prestan por medio de un plan de mantenimiento preventivo.

Lo que se busca con este proyecto es proponer un diseño de un plan de mantenimiento preventivo, para así mismo evitar todo tipo de contratiempos y cuellos de botella que se puedan generar en la empresa para ello lo primero y más importante que debemos realizar es un diagnóstico de toda la flota, analizando y determinado las diferentes y más comunes fallas que presenten. Con el fin de darle solución a las demoras y determinar cada cuanto tiempo es necesario realizar un mantenimiento preventivo.

La propuesta del siguiente trabajo se desarrollara en tres objetivos relacionados con la gestión del área de mantenimiento de la actual de la flota de la empresa Palmeras del Puerto S.A.S, la primera parte corresponderá a realizar un análisis del estado actual de la empresa, la segunda parte se analizaran e identificaran las fallas más comunes, determinándose para ello los efectos y criticidad de los vehículos y por último se elaborar el plan de mantenimientos preventivos de cada vehículo y las acciones de mejora de cada autoparte

Planteamiento del Problema

Descripción del Problema

La empresa PALMERAS DEL PUERTO (S.A.S) fue constituida el 11 de diciembre de 2008 y se dedica a la prestación de servicio de transporte especial de pasajeros en el municipio de Puerto López, Meta y a diferentes ciudades del país donde sea requerido el servicio. La empresa cumple con toda la normativa requerida según el decreto 348 de 2015 (Servicio de transporte público terrestre automotor especial) por tanto así actuando de manera económica, segura, oportuna y eficiente respetando principios de transporte como la libre competencia y la iniciativa privada.

Cuenta con una flota de vehículos, conformada por diez (10) vehículos tipo camioneta con capacidad de 5 hasta 14 pasajeros y diez (10) vehículos tipo autobús con capacidad de hasta 40 pasajeros.

Sus instalaciones administrativas se encuentran ubicadas en el municipio de Puerto López, Meta y dentro de este previo la empresa cuenta con una serviteca, en que normalmente se realizan los mantenimientos correctivos a la flota vehicular. Las rutas de transporte que realizan los vehículos, no se encuentran en condiciones óptimas, ya que las empresas que contratan, tienen sus centros de trabajo en la zona rural de los municipios de Puerto López y Puerto Gaitán.

Esta condición de las rutas junto con las fuertes temperaturas que se encuentran en la zona, deteriora con facilidad los vehículos, generando así múltiples fallas a los automotores, a los cuales no se les realiza un mantenimiento preventivo, permitiendo que la falla incremente su magnitud y de esta forma nos genere un mayor costo la reparación, nos genere pérdidas de tiempo y así mismo un disgusto al personal transportado.

Formulación del Problema

La empresa presta el servicio continuo y constante de los vehículos, lo que hace necesario contar con un plan de mantenimiento, adicional a esto se ve afectado por el deterioro de las vías por las cuales transita, como es el caso del corredor vial Bogotá-Villavicencio, el cual constantemente presenta contingencias por deslizamientos debido a los inviernos prolongados, en donde se ven afectados más de 15 puntos de la carretera, de igual forma ocurre en las vías de las zonas rurales donde presta sus servicios ya que tampoco cuentan con las condiciones óptimas de infraestructura.

Al tener una gran demanda de la prestación del servicio y sumado a esto los imprevistos de las vías municipales y rurales, se genera un mayor desgaste en los vehículos, por lo tanto, la empresa debería contar con un cronograma de actividades de mantenimiento que permita atender la flota antes de presentarse averías e inclusive los datos históricos pueden ayudar a realizar la proyección de los controles de mantenimiento.

Es por ello que de acuerdo a la problemática que se presenta dentro de la organización el presente proyecto tiene como propósito diseñar un plan de mantenimiento vehicular preventivo, esto con el fin de prevenir en primer lugar cualquier tipo de accidente priorizando el bienestar humano, y en una segunda instancia se tiene como objetivo minimizar los gastos al momento de realizar el mantenimiento correctivo.

El mantenimiento correctivo es un programa que consiste en realizar actividades técnicas cuando se presenta un suceso (avería) y su principal propósito es restaurar el vehículo para dejarlo en condiciones funcionales, ya sea con su respectiva reparación en el mejor de los casos o como en diferentes ocasiones se presenta se debe realizar una sustitución total de la pieza que presento fallas, garantizando así el funcionamiento óptimo de los vehículos antes de que se

pueda presentar un accidente o falla mecánica por deterioro de las piezas que lo componen.
(Marcano & Villamizar, 2015)

Para garantizar el buen servicio de transporte privado de personal de las diferentes agroindustrias de la zona rural del municipio de Puerto López, Meta y debido a las constantes fallas presentadas en medio de las operaciones de la empresa podríamos llegar a la pregunta

¿Cómo mejorar la prestación de servicio de transporte especial de pasajeros para que contribuya a aumentar la disponibilidad y confiabilidad del servicio prestado por la empresa Palmeras del Puerto S.A.S?

Justificación

El presente proyecto tiene como propósito realizar un plan de mantenimiento preventivo de vehículos en la empresa transportadora palmeras del puerto S.A.S del municipio de Puerto López, Meta.

La empresa transportadora cuenta con un amplio personal a transportar, y por ello cuenta con diferentes vehículos para suplir esta necesidad, pese a que presta sus servicios día a día no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo, si no que únicamente realiza correcciones cuando los vehículos de transporte presentan fallas mecánicas, estas fallas mecánicas de acuerdo a su gravedad son tratadas en el área de mantenimientos que se encuentra ubicada en las instalaciones de la empresa.

En la Serviteca son realizados los mantenimientos correctivos de menor o mediana gravedad debido a que no se cuenta con un inventario de repuestos completo para realizar la reparación de cierto tipo de fallas mecánicas, realizando las reparaciones de menor o mediana gravedad en la Serviteca se reducen los costos, pero cuando por el contrario el vehículo presenta una falla de mayor gravedad, este debe ser transportado a la ciudad de Villavicencio o en varias ocasiones se debe esperar el repuesto a cambiar el cual generalmente es enviado desde Villavicencio o Bogotá, aumentando los costos por su desplazamiento.

Los procedimientos reglamentados son aplicados según lo estipulado legalmente, ya que, para postular a una licitación pública, se debe presentar un informe completo de la ficha técnico-mecánica de cada uno de los vehículos que se dispongan a prestar el servicio dentro del contrato estipulado. Los vehículos deben presentar un diagnóstico automotor para hacer posible su circulación dentro del territorio nacional, para ello el vehículo debe presentar como mínimo un perfecto funcionamiento en los sistemas que componen un vehículo incluyendo también el

sistema de escape de gases contaminantes según lo indica el artículo 28 de la Ley 769 de 2002 (Poder público - Rama Legislativa).

Cabe resaltar que toda la flota vehicular de la empresa antes de entrar en operación, debe realizar su respectiva revisión técnico mecánica anual en un centro de diagnóstico automotor autorizado, como lo indica el artículo 11 de la Ley 1383 que los vehículos automotores deben someterse anualmente a la revisión técnico mecánica y de emisión de gases contaminantes (Matamoros Camargo, 2020).

El plan de mantenimiento preventivo ayudará a reducir los gastos de las actividades técnico-mecánicas que se ejecutan por las averías de los vehículos, contribuyendo a un mejor servicio para los clientes y del mismo modo reduciendo gastos excesivos por el mal funcionamiento de los vehículos, de igual forma se obtendrán beneficios ya que se genera información sobre las condiciones de ejecución/operación (tiempo), que genera una mayor disminución de fallas mecánicas, los porcentajes de disminución de incidentes alcanzados.

Además de estos beneficios el proyecto permitirá plantear un plan de mantenimiento vehicular, con el fin de poder:

- Reducir gastos de mantenimiento por fallas.
- Facilitar un registro de los vehículos que deben realizar mantenimientos.
- Garantizar un buen servicio a los clientes

El mantenimiento preventivo se centra principalmente en encontrar y solucionar problemas menores antes de que provoquen averías importantes., el realizar un mantenimiento de forma errónea, provocaría consecuencias de carácter económico, técnico y operativo, debido a que la pieza que pudo ser reparada correctamente se va a deteriorar con igual o mayor rapidez terminando su vida útil y finalmente siendo cambiada por un repuesto nuevo. Si la falla de la

pieza se presenta en la prestación de un servicio, traerá molestia al cliente, traerá retrasos considerables, ya que realizar un mantenimiento mínimo a un vehículo sobre las vías nacionales sin las herramientas adecuadas, generará un retraso considerable.

La vida humana debe ser prioridad a la hora de prestar un servicio de transporte, es por eso que la realización correcta de un mantenimiento ya sea, preventivo o correctivo debe ser ejecutado por personal de alta calidad, que garantice el funcionamiento correcto de la pieza para salvaguardar el derecho a la vida, además que los mantenimientos preventivos prolongan la vida útil de las piezas tratadas, provocando gracias a esto una reducción de costos notable.

Objetivos

Objetivo General

Proponer un plan de mantenimiento preventivo para vehículos de transporte privado de la empresa (palmeras del puerto S.A.S)

Objetivos Específicos

- Diagnosticar el estado actual de la flota de la empresa Palmeras del Puerto S.A.S.
- Analizar y determinar las fallas más comunes, efectos y criticidad de los vehículos.
- Elaborar un plan de mantenimientos preventivos de cada vehículo y las acciones de mejora de cada autoparte

Marco Referencial

Antecedentes

Durán Ochoa, G. A. & Ramírez Gómez, R. D. (2021). Realizaron un proyecto técnico de propuesta de un plan de mantenimiento preventivo de conservación y optimización de la flota vehicular del gobierno autónomo descentralizado de Zaruma, inicialmente hicieron una revisión del estado del arte , posterior una revisión visual de la flota vehicular con el fin de determinar el estado en el que se encuentran y se conocieron los testimonios de los trabajadores , por ello implementaron gamas específicas para cada vehículo y se almacenó la información en software permitiendo así la mejora en el flujo de actividades y tiempos de ejecución en los procesos de mantenimiento (Durán Ochoa & Ramírez Gómez, 2021).

(Figuroa, 2020) El trabajo se realizó en una empresa que opera en el rubro transporte, donde existe una gran cantidad de automóviles de pasajeros, esta situación motivó la elaboración de una propuesta para desarrollar un plan de mantenimiento preventivo teniendo en cuenta parámetros económicos y técnicos Además, resulta que el mantenimiento que se realiza para la mayoría de los equipos es incompleto porque no hay un programa de mantenimiento específico implementado para cada dispositivo y el mantenimiento se realiza solo en caso de accidente o daño. Del mismo modo la empresa únicamente realiza mantenimientos de carácter correctivo y donde se recurre mucho a las reparaciones que sufren fallos o paradas inesperadas, por ello fue necesario diseñaran plan de mantenimiento para la flota vehicular de la empresa.

Cárdenas Rodríguez, C. E.; Serpa Lema, K. A. (2020) en su trabajo consistió en desarrollar una propuesta de un plan de mantenimiento automotriz para la flota vehicular del MTOP (Ministerio de transporte y de obras públicas) del cañar, para ello realizaron inicialmente una descripción e identificación del estado actual de la empresa, además del tipo de maquinaria

implementada para reconocer su funcionamiento mecánico y operativo (Cárdenas Rodríguez & Serpa Lema, 2020).

Niño Lazaro, L. D. (2019) en su tesis “Desarrollo de un plan de mantenimiento para la flota de transporte escolar de la empresa trans american express s.a.s” con ubicación en la ciudad de Bucaramanga, Santander. el documento consiste en el desarrollo de un plan de mantenimiento devehículos, el cual se acopló al plan estratégico de seguridad vial estipulado en la ley 1565 de 2014, además de la creación de formatos de control de mantenimiento correctivo y preventivo, esto con el fin de cumplir la normativa colombiana (ley 1231 de 2014) (Niño Lazaro, 2019).

Villamizar de la Cruz, C. C. (2016) “Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para la flota de vehículos de la empresa. multiservicios san Martín”. El presente estudio tuvo como finalidad enfocar las labores realizadas al plan estratégico de seguridad vial, el cual conllevaba a la planificación de acciones, mecanismos, estrategias y medidas, que debía adoptar la empresa para reducir accidentes o paradas de los vehículos y equipos y para ello implementaron formatos de control en los cuales llevaron registros del kilometraje de cada vehículo y de las inspecciones generales, estos formatos fueron modificados y mejorados para llevar un diagnóstico y un seguimiento del estado del vehículo (Villamizar de la Cruz, 2019)

(Rodríguez, 2018) Propuesta de plan de mantenimientos preventivos para los buses de servicio público (SITP). Este estudio se realizó con el fin de generar una propuesta de plan de mantenimiento basado en rcm en la compañía tranzit, perteneciente a sistema integrado de transporte público (sitp), donde se identificaron y analizaron las fallas presentadas en los vehículos en el periodo de un año, este análisis sirvió como base para la creación de las tareas proactivas de mantenimiento enfocadas al mejoramiento de la calidad y aumento de la vida útil de los equipos.

(Esquivas Sánchez & Mayta Salazar, 2018) “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para remolques y su impacto en la disponibilidad de unidades de la empresa Induamerica servicios logísticos s.a.c” El propósito de la prueba es asegurar: la disponibilidad operativa de los semirremolques de la empresa, inicialmente se realizó el diagnóstico de la función de servicio como parte de la liquidación, y la aplicación se realizó un inventario de toda la flota de semirremolques con la que dispone la empresa, luego. Se realizó y entregó el cronograma para cada uno de los vehículos, teniendo en cuenta los puntos críticos, se ha desarrollado un plan de mantenimiento preventivo que consiste en tareas a realizar en los sistemas funcionales del remolque.

(Santiago Garica, 2017) “Implementación del mantenimiento predictivo para incrementar la productividad en el área de máquinas automáticas de la empresa TECNOPRESS S.A.C, 2017 Ate – Lima” Su principal objetivo es introducir el mantenimiento preventivo para aumentar la productividad de las máquinas de TECNOPRESS SAC, 2017. Leandro Torres y Francisco Javier González Fernández explican los supuestos y prácticas del mantenimiento preventivo y enumeran los grupos de aplicación. Funciones de prevención de errores, incluida la detección y el fallo. David Medianero Burga desarrolla el concepto de eficiencia y lo descompone en eficiencia y eficacia.

Este estudio cuantitativo es explicativo porque se centra en averiguar qué es lo que hace que los coches automáticos fallen. Entre los tipos de planes experimentales se distinguen los planes semiempíricos. El estudio se basó en una muestra de 24 datos. Se utilizaron observaciones de campo y métodos de recolección de datos. Como herramientas se utilizan hojas de datos, fichas de registro e indicadores. Se utilizó el paquete estadístico SPSS para el procesamiento de los datos, resultando en pruebas de normalidad y significancia. Al final se concluyó que

utilizando el método de pronóstico se incrementó la productividad en un 25% y así se logró la meta.

Marco Teórico

Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMEF).

Es un procedimiento mediante el cual se pueden identificar fallas o defectos en productos, procesos y sistemas con el fin de evaluar y categorizar sus consecuencias, causas y factores identificables con el fin de evitar que ocurran, identificarlos y contar con un método de prevención documentado.

El análisis de modo de falla y efecto es una evaluación del grado de criticidad del riesgo, la cual es utilizada para la aplicación y planeación de un mantenimiento basado en confiabilidad; por medio de la jerarquización que se realiza para los grados de riesgo se puede entender el funcionamiento y la manera en que se puede llegar a presentar la falla de cada uno de los equipos que componen la empresa. A través de las tareas de mantenimiento recomendadas por el AMFE permiten diseñar una estrategia adecuada para la aplicación del mantenimiento en los posibles riesgos que puede tener cada equipo de trabajo que fueron evaluados con anticipación para lograr identificar el impacto que puede tener el plan de mantenimiento en el riesgo de la instalación.

Se debe tener en cuenta que para determinar el nivel del índice de priorización del riesgo (IPR) se realizara una ponderación de los valores en la respectiva tabla donde se evidenciara la formula ($IPR=D*G*F$) con la que se calificara la frecuencia de ocurrencia del modo de falla por sus 18 consecuencias; y de igual manera se debe cerciorar de que el plan de mantenimiento es puesto en marcha en los equipos que pueden presentar mayor riesgo para el usuario durante el funcionamiento, el medio ambiente o en alguna instalación. (Aguilar, Torres, & Magaña, 2010)

Etapas del Análisis del método AMFE. Conformar un grupo de trabajo de máximo cinco (5) personas con conocimiento de los procesos a estudiar con el fin de obtener información para ser aplicada, es ideal que el grupo de trabajo se multidisciplinar, con el fin de tener muchos perfiles.

Lista de Posibles Fallas. La función principal de este dispositivo es listar todas las posibles fallas que puedan afectar la fluidez y el normal funcionamiento de un determinado proceso de fabricación.

Establezca Indicadores de Prioridad. Una vez que haya identificado los posibles problemas, clasifíquelos según su gravedad. Un posible modelo de clasificación se ve así:

Tabla 1.

Modelo de clasificación AMFE

Nivel de severidad	A cada incidencia detectada se le asigna un valor entre 1 y 10
Nivel de incidencia	A cada incidencia detectada se le asigna un valor entre 1 y 10
Nivel de detección	A cada incidencia detectada se le asigna un valor entre 1 y 10

Se supone obtener un valor entre 1 y 100 siguiendo la siguiente formula $NPR=S*O*D$

Nota. Tomado de *El método AMEF en el sector industria. Beneficios y etapas de análisis*, por editor, 2019, PMGSSI - ISO 27001. <https://www.pmg-ssi.com/2019/06/el-metodo-amef-en-el-sector-industrial/>

El objetivo final del modal de fallos y efectos, es obtener la mayor cantidad de posibles fallos, prosiguiendo a trabajar sobre los más graves, para disminuir el NPR.

Proceso de Gestión de Mantenimiento.

El proceso de gestión de un mantenimiento es de vital importancia porque reduce los costos y le garantiza a la empresa una mejor operabilidad. Para ello, se requiere evaluar previamente el modelo organizativo se adapte a las características de la empresa; También es obligatorio analizar los impactos de los resultados generados en cada una de las máquinas para estimar los recursos ahorrados; También es necesario estudiar el consumo y almacenamiento de materiales utilizados para el mantenimiento; y la disponibilidad del equipo debe aumentarse, no en la mayor medida posible, pero hasta tal punto que la indisponibilidad no interfiera con la ejecución del plan de producción.

Planes de mantenimiento.

Un plan de mantenimiento es un conjunto de intervenciones o acciones preventivas que debemos realizar sobre los equipos o recursos de la planta para prolongar su vida útil y cumplir con las metas de rendimiento establecidas.

Mantenimiento Industrial.

Se llama mantenimiento industrial a todas aquellas acciones destinadas a alargar la vida útil y el buen funcionamiento de la maquinaria implicada en el proceso de producción.

Tipos de Mantenimiento.

Tradicionalmente, se han distinguido 5 tipos de mantenimiento que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen:

Mantenimiento Correctivo. Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos (García, 2020).

El mantenimiento correctivo le va a permitir a la empresa una mayor cantidad de horas trabajadas y kilómetros recorridos por los vehículos, también generara una reducción en los costos por reparaciones, debido a que solamente se repara la pieza cuando requiera el cambio total. Por otro lado, una de las mayores desventajas del mantenimiento correctivo son los fallos originados en el momento de ejecutar una operación, generando inconformidad en el personal a transportar, otra gran desventaja del mantenimiento correctivo es que el costo de la reparación puede ser muy elevado debido a la gravedad de la falla, generándonos también un tiempo indefinido para realizar la reparación de la falla.

Ventajas.

Una mayor duración tanto de los equipos como de las instalaciones

Una reducción en los costos de reparaciones

Lograr uniformidad en cuanto a la carga de trabajo para el personal encargado del mantenimiento se refiere, esto gracias a la programación de actividades

La confiabilidad que se logra en todo el personal al saber que se encuentran laborando en las mejores condiciones de seguridad posible

Desventajas.

Es común que algunas fallas sean originadas al momento de la ejecución, ocasionando con ello que éste sea más tardado

Un precio de reparación que puede ser muy elevado, lo que a su vez podría afectar al momento de comprar los repuestos cuando sean necesarios

Resulta imposible garantizar el tiempo que se demorará el proceso de reparación de las fallas (García, 2020).

Mantenimiento Preventivo. Es el mantenimiento que tiene como objetivo, prolongar la vida útil de las máquinas, mediante a revisiones y reparaciones realizadas en la maquinaria. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene, aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema (García, 2020).

Mediante el mantenimiento preventivo, la empresa podrá disminuir el riesgo con el que se presenten las fallas en los vehículos, también reducirá la posibilidad de fallos en el automotor cuando se esté ejecutando un servicio y como factor no menos importante, el mantenimiento preventivo permitirá a la empresa reducir el costo del mantenimiento en comparación del mantenimiento correctivo (García, 2020).

Por otro lado, el mantenimiento tiene ciertas desventajas, una de ellas nos obliga a tener un personal altamente calificado el cual realice los mantenimientos preventivos, la mano de obra debe ser garantizada para prolongar la vida útil de los repuestos a cambiar, otra desventaja es que nunca se va a poder conocer el desgaste real de una pieza, debido a que las rutas por las cuales transita la flota vehicular, día a día se deterioran más y como consecuencia las piezas tienden a tener un mayor desgaste (García, 2020).

Ventajas.

El riesgo de alguna falla o fuga, según sea el caso, es disminuido considerablemente

El costo de este mantenimiento es menor en comparación con el correctivo

La aparición de paros imprevistos es reducida

Facilita el poder llevar una mejor planeación y un mejor control sobre el mantenimiento que debe ser aplicado tanto en los dispositivos como en las instalaciones.

Desventajas.

Dificulta determinar de manera precisa el nivel de depreciación o desgaste de las piezas que conforman los distintos equipos

Es necesario tanto que el personal encargado del mantenimiento cuente con experiencia en los dispositivos, así como atender las recomendaciones hechas por el fabricante (Garcia, 2020).

Mantenimiento Predictivo. Es el que permite identificar el estado y operatividad de la maquinaria, con el fin de conocer unas variables para la aplicación de un mantenimiento correctivo, con el fin de prolongar la vida útil de la máquina. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos (GrupoWork, 2016)..

El mantenimiento predictivo, como primera medida no puede ser utilizado en todas las empresas, y su implementación requiere una alta inversión inicial, los equipos implementados en los mantenimientos predictivos están fabricados por materiales especiales los cuales tienen un alto costo, por otro lado el mantenimiento predictivo permite reducir la cantidad de personal al momento de realizar los mantenimientos, brinda una mayor confiabilidad ya que los instrumentos utilizados son de alta calidad, y no menos importante, permite al igual que el mantenimiento preventivo, una significativa reducción de costos debido al seguimiento que se le puede realizar a ciertas maquinas. (GrupoWork, 2016).

Análisis de Vibraciones. Todo equipo mecánico en movimiento genera un perfil de vibración. Esto es cierto independientemente de la velocidad o si el modo de funcionamiento es

de rotación, reciprocación o movimiento lineal. Por lo tanto, el análisis de las vibraciones es aplicable a todos los equipos mecánicos. El análisis de perfiles de vibración es una herramienta útil para el mantenimiento predictivo, diagnóstico y otros usos.

Los datos obtenidos en los análisis de vibraciones de cualquier máquina son de utilidad para el mantenimiento predictivo. (Análisis de vibraciones, s.f.)

Termografía. La termografía se utiliza desde hace más de 30 años. No obstante, sigue siendo una modalidad de diagnóstico en desarrollo. La tecnología ha mejorado considerablemente desde entonces, y las unidades de termografía ahora son más avanzadas y eficaces.

Mediante la revisión regular de las instalaciones eléctricas, los armarios de distribución y los componentes mecánicos es posible evitar paradas costosas e inesperadas de la instalación en su mayor parte. La segunda comprobación termográfica de una instalación reduce la cuota de parada de una instalación en un ochenta por ciento (80%) y adicionalmente aumenta la protección contra incendios.

Actualmente se utiliza para la realización de mantenimientos dos tipos de termografías, dentro de las cuales está la radiación infrarroja, la cual permite supervisar el funcionamiento y el estado de las instalaciones eléctricas y mecánicas de forma segura, sino que también permite observar los puntos de desgaste de las piezas; por otro lado se utilizan las cámaras térmicas, las cuales reflejan la temperatura a la que se está sometiendo una pieza y permite saber cuándo se presenta un sobrecalentamiento en la misma.

Análisis de aceites. Una de las herramientas más importantes en el mercado es el análisis de aceites, el cual permite elaborar evaluaciones rápidas y precisas del estado de lubricante que se está utilizando en la maquinaria. Mediante este análisis se podría determinar el estado de las

piezas, así como la cantidad de aceite que se está empleando para lubricar dichas piezas y por otro lado permite identificar sustancias contaminantes.

Este análisis permite realizar un diagnóstico mediante el cual la empresa puede proponer una fecha adecuada para implementar el mantenimiento. Al apostar en el análisis de aceite, las empresas sólo tienen que ganar en beneficios. La vida útil de los componentes es ampliada, reduciendo así gastos con materiales de reposición, cambios de aceite innecesarios y mano de obra en mantenimientos no programados (Hernandez, 2018).

Mantenimiento Cero Horas (Overhaul). Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. La revisión Overhaul consiste en reiniciar el equipo a 0 horas de uso, reparando cada pieza desgastada con el fin de darle mayor vida útil a la máquina. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano (Garcia, 2020).

Mantenimiento En Uso. Es el mantenimiento que realiza el usuario u operador de la maquina u objeto y se lleva a cabo ejecutando una serie de tareas básicas (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las se considera necesario una larga experiencia, si no por el contrario se realizan con un entrenamiento simple. Este tipo de mantenimiento es la basedel TPM (Total Productive Maintenance, Mantenimiento Productivo Total.

Marco Conceptual

Cronograma de Actividades.

El cronograma es una herramienta esencial para elaborar calendarios de trabajo o actividades. Un documento en el que se establece la duración de un proyecto, la fecha de inicio y final de cada tarea; es decir, una manera sencilla de organizar el trabajo. (Bizneo Blog, 2022)

Formatos.

El formato es el conjunto de las características técnicas y de presentación de un texto, objeto o documento en distintos ámbitos, tanto reales como virtuales. (ALEPH ORG, 2021)

Modelo Condicional.

Este modelo consiste en: Inspección visual, lubricación del equipo, reparación de posibles averías que se han detectado en el equipo. (Tictap Simply Connect, 2022)

Modelo Correctivos.

Es el modelo de mantenimiento más básico y puede ser suficiente para equipos con un nivel crítico muy bajo. En otras palabras, su fallo no es un problema económico, de seguridad o técnico, por lo que no es rentable dedicar más recursos ni esfuerzos. (Tictap Simply Connect, 2022)

Modelo Sistemáticos.

Este modelo consiste en: Inspección visual, Lubricación del equipo. Realización sistemática de ciertas tareas sobre el equipo, independientemente del tiempo que lleve funcionando el equipo o el estado de los elementos sobre los que se trabaja. Es decir, que no se espera a que haya un fallo o avería como sucede en los dos modelos anteriores. (Tictap Simply Connect, 2022)

Plan de Mantenimiento Preventivo.

Un plan de mantenimiento es el conjunto de tareas preventivas a realizar en una instalación con el fin de cumplir unos objetivos de disponibilidad, de fiabilidad, de coste y con el objetivo final de aumentar al máximo posible la vida útil de la instalación. (Renovetec, 2019)

Realización de pruebas y ensayos.

Identifican alguna anomalía, con el fin de programar una intervención. Este modelo de mantenimiento es conveniente para equipos de poco uso, o equipos que, aunque sean importantes en el sistema productivo, presenten una probabilidad de fallo baja. (Renovetec, 2019)

Transporte Terrestre.

El transporte terrestre es el transporte que se realiza sobre la superficie terrestre. La gran mayoría de transportes terrestres se realizan sobre ruedas que podrían ser automóviles, autobuses, motocicletas, camiones de alto tonelaje. (Biblioteca Digital Ministerio de Transporte, 2020)

Marco Geográfico

El área de estudio fue en el departamento del Meta, exactamente en el municipio de Puerto López. Puerto López es un municipio de mucha importancia para el departamento ya que cuenta con una de las dos fábricas de Bioenergy existentes en el país, y por otro lado cuenta con empresas petroleras en sus alrededores.

Este municipio se encuentra ubicado al sur este de la capital del Meta, Villavicencio y es considerado el ombligo del país, ya que coincide con el centro geográfico del territorio continental del país. El municipio se encuentra entre los 4°05'23' Norte y 72°57'43' Este, cuenta con una población aproximadamente de 34.000 habitantes. Palmeras del puerto (S.A.S) se encuentra ubicada en la avenida 14 # 1 - 355 del barrio el Porvenir en el municipio de Puerto López, Meta.

Figura 1.

Ubicación de la Empresa Palmeras del Puerto S.A.S



Nota. Tomado de Google Earth.

Marco Legal**Tabla 2.**

Leyes y decretos

Tipo, Numero y Fecha	Nombre y entidad que la expide	Articulo	Impacto en el Proyecto
Decreto 348 de 2015	Congreso de Colombia.	3, 11, 17 y 19.	Es la Ley de mayor enfoque en el transporte público, viendo en este transporte una industria encaminada a garantizar la movilización de personas o cosas por medio de vehículos apropiados a cada una de las infraestructuras en el sector, en condiciones de libertad de acceso, calidad y seguros de

			usuarios sujetos a una contraprestación económica.
Ley 1503 de 2011	Congreso de Colombia.	1 y 2	Esta ley hace referencia a la formación de los hábitos en los actores viales, con el fin de concientizarlos de realizar conductas seguras en la vía, creando criterios autónomos, solidarios y prudentes para la toma de decisiones en situaciones sobre lo largo y ancho del territorio nacional.
Ley 336 de 1996.	Congreso de Colombia.	3, 9, 38, 11, 16, 18, 23 y 48.	Consiste en todas las normas de seguridad vial y las condiciones tecnicomecánicas que deben cumplir los vehículos de la empresa para ser habilitada para prestar el servicio de transporte especial de pasajeros.
Decreto 174 de 2011.	El presidente de la República Nacional	98	Tiene como objetivo reglamentar la habilitación de las empresas de Transporte Público Terrestre Automotor Especial y la prestación por parte de estas en

			un servicio eficiente, seguro y económico.
Resolución 041 de 2011.	(director territorial del Meta)		Es el poder que le otorga a la empresa la operación en la industria de las empresas de transporte público.
Decreto 1079 de 2015.	El presidente de la Republica Nacional	2.2.1.6.4	Estipula que el servicio de transporte publico dentro del país tiene un alcance nacional y se prestara por empresas, personas naturales o jurídicas legalmente constituidas de acuerdo a las disposiciones colombianas.
Decreto 431 de 2017.	El presidente de la Republica Nacional	2.2.1.6.4.1	Establece los requisitos que debe cumplir una empresa para ser habilitada como una empresa de Servicio Público de Transporte Terrestre Automotor.

Nota. Elaboración propia.

Diseño Metodológico

Tipo y Enfoques de Investigación

El proyecto se encuentra dentro de la investigación descriptiva con enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo). La investigación descriptiva es la encargada de detallar los datos y características de la población. El propósito de este tipo de investigación es la organización de la información para clasificar y sistematizar, de manera que se puedan obtener desde sus distintos niveles conclusiones acerca de los fenómenos, poblaciones u objetos o fenómeno de estudio de interés (Parra Castrillón, 2018).

Se considera mixto ya que se usan elementos cualitativos y cuantitativos, para analizarlos e identificar los problemas presentes en el mantenimiento ejecutado en la empresa Palmeras del puerto (S.A.S). Al tener claras las falencias del mantenimiento de acuerdo con la criticidad de las fallas presentadas en los informes y documentación registrada sobre las varadas de estos equipos, se procede a buscar métodos, técnicas y alternativas de solución para modificar el mantenimiento actual para que de esta forma se pueda llegar a los objetivos planteados mejorando la disponibilidad de los equipos, aumentar la confiabilidad y la distancia promedio entre fallas.

Variables de Medición

Tabla 3.

Variables de Medición

Variables	Características	Unidades de Medición
Tiempo de recorrido	Tiempo que duran los vehículos para transportar el personal.	Horas
Tiempos entre cambios de aceite.	Tiempo estimado entre el cambio anterior y el cambio nuevo de aceite.	Horas de uso

Distancia recorrida	Distancia recorrida entre el punto de partida al punto de llegada.	Kilómetros
Consumo de combustible	Consumo de combustible estimado entre los recorridos.	Galones por Kilómetro
Cambio de llantas	Espacio de tiempo de recorrido en el cual se hace el cambio de llantas.	Tiempo de uso y desgaste de una llanta.
Alineación y Balanceo	Tiempo de recorrido en el cual se hace la alineación y balanceo.	Tiempo de uso
Tiempo de uso	Tiempo previsto por años de uso.	Tiempo estipulado con carácter legal
Cambio de correa o mantenimiento por desencajonamiento de la cadena	Distancias recorridas que generan el desgaste de la correa o daños en la cadena.	Kilómetros
Luminarias	Tiempo previsto entre cambio de luminarias.	Horas de uso
Filtro de aire	Distancia recorrida de cada entrega donde se genera el taponamiento del filtro.	Kilómetros
Filtro de aceite	Distancia recorrida entre cada cambio de aceite.	Kilómetros
Sistema de suspensión	Distancia de recorrido transportando la cantidad de personas solicitadas y calidad del terreno.	Kilómetros
Sistema de refrigeración	Espacio de tiempo recorrido transportando el personal.	Horas de uso
Batería	Tiempo previsto por uso.	Horas de uso
Sistema de frenos	Tiempo previsto entre el cambio de pastillas y el nivel del líquido.	Horas de uso
Filtro de combustible	Distancia de corrido entre cada servicio.	Kilómetros recorridos

Nota. Elaborada en conjunto con la empresa.

Recolección y Análisis de Datos

Etapa 1. Conocer el estado actual de la flota de la empresa (Palmeras del Puerto S.A.S).

Realizar Visitas de Campo. Primero se contactó al gerente de la empresa para programar una reunión con el coordinador operativo de la empresa, el cual es el encargado de planear las rutas a ejecutar y encargarse de que se realicen satisfactoriamente

Para llevar a cabo la primera etapa, se diseñó una lista de inspección y una ficha técnica en conjunto con la empresa basándonos en los antecedentes de esta, con el fin de obtener datos básicos de los vehículos, así como datos específicos (motor, sistema de frenos, sistema hidráulico, transmisión, entre otros). La lista de inspección, está conformada por los diferentes sistemas de los vehículos y en esta se describen las características de cada sistema.

Junto a la ficha técnica, se diligenció también el listado de inspección pre operacional que maneja la empresa, luego se procedió a hacer una división de los sistemas que componen cada vehículo y se recopiló en la lista de chequeo por división de sistemas. (Anexo 1,2,3,4)

Etapas 2. Análisis modo de fallas y efectos de los vehículos.

Para llevar a cabo esta etapa del proyecto se trabajará con la metodología AMFE, la cual consta de cuatro (4) partes. La primera etapa consiste en reconocer las partes de los vehículos, divididas en: Sistema de inyección, Sistema eléctrico, Sistema de refrigeración, Sistema de suspensión, Sistema de dirección, Sistema de frenos, Sistema del motor, caja y transmisión.

Teniendo en cuenta los resultados se podrán conocer las partes que presentan fallas o que requieren mantenimientos; posteriormente de identificar dichas piezas o sistemas, posteriormente se realizara una tabla donde se plasmen los sistemas que presentan fallas, identificando también cada parte de este subsistema (Anexo 5). Seguido de esto se ejecutará un análisis de modo de fallo, donde se describirán en una tabla de clasificación los términos físicos o técnicos de las fallas encontradas con su nivel de gravedad determinado según repercusión (Anexo 6). Como consiguiente, se hará la identificación del modo de fallas según la frecuencia y se tendrán en

cuenta los puntos críticos representados en la tabla del estado del vehículo (Anexo 7), igualmente se determinó el nivel de facilidad de detección que tuvo el modo falla (Anexo 8) y para finalizar esta etapa se tendrá en cuenta la identificación del modo falla y se procederá a plasmar la información obtenida anteriormente en una tabla de efectos de fallas donde se evidencia cuáles son los efectos y consecuencias que generan las fallas en los vehículos de la flota de transporte de la empresa Palmeras del Puerto S.A.S (Anexo 9)

Etapa 3. Elaborar un plan de mantenimientos preventivos de cada vehículo y las acciones de mejora de cada autoparte.

En esta etapa se redactará un documento constituido y al margen de las políticas de la empresa, misión, visión, estructura organizacional, plan y control de mantenimientos y se representarán las funciones a realizar en un cronograma de actividades previstas. Adicional a esto se presentarán y entregarán a la empresa todos los formatos implementados durante las dos etapas anteriores, junto con el formato final con el fin de llevar a cabo el programa de mantenimiento preventivo (Anexo 10)

Desarrollo del Proyecto

Diagnostico actual de la flota de la empresa Palmeras del Puerto S.A.S

Al reunirnos con el coordinador operativo de la empresa se realizó una reunión con el fin de reunir la mayor cantidad de información posible acerca de los vehículos, y tener mayor certeza de las fallas que presentan los diferentes sistemas en los vehículos para proceder a realizar las listas de inspección y las fichas técnicas (Anexo 1)

Cada vehículo fue evaluado de acuerdo a la capacidad de pasajeros permitidos para transportar, identificando 8 camionetas tipo Pick-up, con capacidad de 4 pasajeros más el conductor y con una capacidad de carga de 1.155 kg. Es importante resaltar que todos los vehículos que conforman la flota son motores tipo Diésel, un factor que se deberá tener en cuenta para realizar los mantenimientos.

Tabla 4.

Lista de equipos

EQUIPO	PLACA	CILINDRAJE	TIPO	MARCA	COMBUSTIBLE	MODELO
790	WFD790	2393	Camioneta	Toyota	DIESEL	2016
197	THQ197	2393	Camioneta	Toyota	DIESEL	2016
643	EQP643	2393	Camioneta	Toyota	DIESEL	2017
232	GEU232	2393	Camioneta	Toyota	DIESEL	2017
310	GUQ310	2393	Camioneta	Toyota	DIESEL	2017
636	WDS636	2393	Camioneta	Toyota	DIESEL	2018
985	WDR985	2393	Camioneta	Toyota	DIESEL	2018
982	WDQ982	2393	Camioneta	Toyota	DIESEL	2018

Nota. Elaboración propia

Se evidenciaron fallas en el sistema de frenos en las bandas delanteras y traseras debido a la posición del cambio de pastillas, también se logró identificar que en la mayoría de camionetas se presentó un deterioro en los amortiguadores causando fugas de líquidos, desgaste en las correas del radiador lo que genera calentamiento, los filtros de aire igual estaban desgastados, en el sistema de dirección se evidencio que las ballestas de los muelles estaban con desgaste, y en el motor de cada vehículo se presentaban ruidos. Estos hallazgos se evidenciaron de manera superficial y con ayuda de los conductores y el coordinador operativo.

Junto a la ficha técnica (Anexo 1), se diligenció también el listado de inspección pre operacional que maneja la empresa permitiéndonos evidenciar que se realizan chequeos diariamente en la parte de mantenimiento y de control de calidad, cumpliendo los requisitos necesarios para su circulación. (Anexo 2)

Adicional a eso se implementó un formato de tipo lista donde se encuentran por división de sistemas el estado de cada una de las partes que componen los sistemas, identificando que en los vehículos dedicados al transporte en el Meta, y el resto del país, se presentan deterioros en ciertos sistemas como el de refrigeración presentando fugas en sus mangueras, sistema de suspensión(amortiguadores) presentando un desgaste en los vehículos que realizan rutas por el perímetro rural , constantes fallas en filtros (aire, gasolina) presentando taponamientos por exceso de polvo presente en las rutas. (Anexo 3)

Análisis modo de fallas y efectos de los vehículos.

Para la planificación del plan de mantenimiento preventivo se usó la metodología de AMFE, ya que ayuda a la determinación de cuáles y de qué manera se presentaban los modos de falla. De acuerdo a la metodología lo primero que se realizó fue un listado con información de cada uno de los vehículos con sus respectivos códigos establecidos por la empresa y

características correspondientes para identificar el tipo de vehículos y facilitar la búsqueda de la casa comercial del carro y tener en cuenta las recomendaciones de mantenimiento para la realización del cronograma de actividades, esto mostrado en la (ver Tabla 4)

Posteriormente de conocer cada uno de los vehículos a los cuales se les realizó la metodología AMFE, se procedió a identificar cada uno de modos de falla que presentan los vehículos de acuerdo a las charlas obtenidas de los trabajadores de la empresa sobre el funcionamiento del equipo y revisando las fallas de los manuales de los vehículos dadas por el fabricante.

Tabla 5.

Modo falla vehículos

SISTEMAS	PARTE	MODO FALLA
		Obstrucción del inyector
Sistema de inyección	Bomba de inyección	La inyección del combustible no se da correctamente
	Filtro de combustible	Frenado momentáneos del motor
	Filtro trampa	Oxidación de los filtros e inyectores
Sistema Eléctrico	Filtro común	Frenado momentáneos del motor
	Bujía	falla del motor con mucho peso
Sistema de refrigeración	Mangueras	sobrecalentamiento de la manguera
	Correas del ventilador	ruidos en el motor
	Radiador	sobrecalentamiento del vehículo
Sistema de suspensión	Amortiguadores	vehículo desnivelado
	Muelle	Débil
	Barra estabilizadora	Torcida
Sistema de dirección	Retenedor	Desgastado
	Árbol de dirección	Rechinan al girar el volante
	Columna de dirección	Doblada
Sistema de frenos	Correa de transmisión	Dirección dura, correa floja
	Manguera de frenos	Reducción de frenado
Sistema del Motor, Caja y Transmisión	Cilindro maestro del freno	Pedal muy bajo
	Válvulas	Relenti Inactivo Pistón Gripado

Pistón	Grietas en la cabeza y en los cubos del pistón
Cigüeñal	Problemas de arranque
Biela	Perdida de potencia
Árbol de Transmisión	Ruidos al cambiar de velocidad
Piñones	El embregue se engancha

Nota. Elaboración propia

Con los resultados arrojados en la Tabla 5, se pudo determinar que el sistema que presento mayor cantidad de modos de falla es el de Motor, caja y transmisión con una equivalencia de siete (7) ítems de fallas en seis (6) partes de dicho sistema; también se pudo evidenciar que los vehículos presentaron fallas en todos sus sistemas que lo componen dando a entender que se encontraron en inadecuadas condiciones mecánicas. Dichas fallas repercuten y generan efectos los cuales se pueden evidenciar en la Tabla 6, lo que permite que al conocer el efecto se puede plantear la solución.

Tabla 6.

Efectos del modo falla

.SISTEMAS	PARTE	MODO FALLA	EFFECTOS
Sistema de inyección	Bomba de inyección	Obstrucción del inyector	Problemas de desgaste en las piezas, inyectores se pueden pegar
		La inyección del combustible no se da correctamente	El motor falla, se acelera o se para solo, hace ruido y da tirones
	Filtro de combustible	Frenado momentáneos del motor	Filtro del combustible obstruido
	Filtro trampa	Oxidación de los filtros e inyectores	Contaminación del Combustible
Sistema Eléctrico	Bujía	Frenado momentáneos del motor	Filtro del combustible obstruido
		Falla del motor con mucho peso	Solidificación de la punta de la pieza

	Mangueras	Sobrecalentamiento de la manguera	Fuga de mangueras
Sistema de refrigeración	Correas del ventilador	Ruidos en el motor	Componentes rotos o falla completa del motor
	Radiador	Sobrecalentamiento del vehículo	Termostato Averiado
Sistema de suspensión	Amortiguadores	Vehículo desnivelado	Desgaste anticipado de partes del sistema de suspensión
	Muelle	Débil	Desgaste del sistema de suspensión
	Barra estabilizadora	Torcida	Perdida de curvatura
Sistema de dirección	Retenedor	Desgastado	Desgaste Anticipado o rotura de la pieza
	Árbol de Dirección	Rechinan al girar el volante	Desgaste de los Engranajes
	Columna de Dirección	Doblada	Deterioro de piezas conjuntas
Sistema de frenos	Correa de Transmisión	Dirección dura, correa floja	Notable dirección Dura
	Manguera de frenos	Reducción de frenado	Fisura en la Pieza y perdida del líquido de frenos
	Cilindro maestro del freno	Pedal muy bajo	Perdida de presión en el cilindro
Sistema del Motor, Caja y Transmisión	Válvulas	Relenti Inactivo	El vehículo no regula su régimen mínimo de revoluciones por minuto y se evidencia aún más al encenderlo
		Pistón Gripado	Mal funcionamiento del motor con sonidos fuertes
	Pistón	Grietas en la cabeza y en los cubos del pistón	Mal funcionamiento del motor con sonidos fuertes
	Cigüeñal	Problemas de arranque	El automóvil puede vacilar, o pararse antes de acelerar
	Biela	Perdida de potencia	Falla del pasador

Árbol de Transmisión	Ruidos al cambiar de velocidad	Desajuste en el mando
Piñones	El embregue se engancha	Dificultad en la inserción de marchas

Nota. Elaboración propia

Luego de conocer el modo de falla de cada parte que componen los sistemas, se identificó que efectos generaron dichas fallas en los vehículos; y por consiguiente que causas llegaron a generar estas fallas, lo podemos ver en la Tabla 7.

Tabla 7.

Causas del modo falla

Sistemas	Parte	Modo falla	Efectos	Causa
Sistema de inyección	Bomba de inyección	Obstrucción del inyector	Problemas de desgaste en las piezas, inyector se pueden pegar	Falta de Lubricación
		La inyección del combustible no se da correctamente	El motor falla, se acelera o se para solo, hace ruido y da tirones	Solenoide de la bomba no funciona Mal calibrada
	Filtro de combustible	Frenado momentáneos del motor	Filtro del combustible obstruido	Falta de Mantenimiento
	Filtro trampa	Oxidación de los filtros e inyectores	Contaminación del Combustible	Filtro Obstruido
	Filtro común	Frenado momentáneos del motor	Filtro del combustible obstruido	Falta de Mantenimiento

Sistema Eléctrico	Bujía	Falla del motor con mucho peso	Solidificación de la punta de la pieza	Perdida de aceite por el pistón
	Mangueras	Sobrecalentamiento de la manguera	Fuga de mangueras	Acoples de las mangueras dañados
Sistema de refrigeración	Correas del ventilador	Ruidos en el motor	Componentes rotos o falla completa del motor	Estiramiento de la correa
	Radiador	Sobrecalentamiento del vehículo	Termostato Averiado	Refrigerante diluido en agua
	Amortiguadores	Vehículo desnivelado	Desgaste anticipado de partes del sistema de suspensión	Amortiguador Reventado
Sistema de suspensión	Muelle	Débil	Desgaste del sistema de suspensión	Sobrecarga
	Barra estabilizadora	Torcida	Perdida de curvatura	Sobrecarga
Sistema de dirección	Retenedor	Desgastado	Desgaste Anticipado o rotura de la pieza	Forzamiento del Vehículo sin calentamiento previo a su uso
	Árbol de Dirección	Rechinan al girar el volante	Desgaste de los Engranajes	Desgaste o rotura de los empaques
	Columna de Dirección	Doblada	Deterioro de piezas conjuntas	Falta de lubricación
	Correa de Transmisión	Dirección dura, correa floja	Notable dirección Dura	Falta de ajuste y lubricación
Sistema de frenos	Manguera de frenos	Reducción de frenado	Fisura en la Pieza y perdida del líquido de frenos	Jaloneo y flexiones por el movimiento de las ruedas

Sistema del Motor, Caja y Transmisión	Cilindro maestro del freno	Pedal muy bajo	Perdida de presión en el cilindro	Falta de lubricación
	Válvulas	Relenti Inactivo	El vehículo no regula su régimen mínimo de revoluciones por minuto y se evidencia aún más al encenderlo	La falta de calibración o sincronización genera mayor espacio entre la válvula y su mecanismo de activación
	Pistón	Pistón Gripado	Mal funcionamiento del motor con sonidos fuertes	Sobrecalentamiento o debido a fallas de combustión
	Pistón	Grietas en la cabeza y en los cubos del pistón	Mal funcionamiento del motor con sonidos fuertes	Tensión extrema
	Cigüeñal	Problemas de arranque	El automóvil puede vacilar, o pararse antes de acelerar	El sensor no manda información a la computadora
	Biela	Perdida de potencia	Falla del pasador	Desgaste de la pieza
	Árbol de Transmisión	Ruidos al cambiar de velocidad	Desajuste en el mando	Desgaste de engranes Falta de lubricación
	Piñones	El embregue se engancha	Dificultad en la inserción de marchas	Holgura entre engrajes de los cojines

Nota. Elaboración propia

Teniendo en cuenta que causas generaron estos modos de fallas y que efectos se producen en los vehículos, se procedió a determinar la ponderación de cada una de las causas teniendo las variables (Frecuencia, Gravedad y detectabilidad) para obtener el Índice de Priorización del Riesgo (IPR); cada una de estas variables tienen su propia escala de calificación dado que la metodología tiene una ponderación establecida según las circunstancias para cada variable, con respecto a ellas se estimaron a criterio propio del investigador; además para la obtención del índice se resuelve la ecuación presentada en la página 25 y los resultados de cada sistema están representados en las siguientes tablas.

Tabla 8.

Calificación del Índice de Priorización del Riesgo (IPR) del Sistema de Inyección.

SISTEMAS	PARTE	IPR
Sistema de inyección	Bomba de inyección	144-196-210
	Filtro de combustible	144
	Filtro trampa	147
	Filtro común	144

Nota. Elaboración propia

Según los resultados de la calificación, cada una de las partes que compone el sistema de inyección; como la bomba de inyección, arroja un valor del IPR=144 que hace referencia a una obstrucción que se encuentra en ella, esto se debe a la falta de limpieza y lubricación de la pieza, por ende es recomendable realizarle una limpieza con aditivos limpiadores y lubricantes con el fin de evitar que allí acumulación de suciedad para evitar desgaste o se presente obstrucciones en la bomba de inyección; también hay un IPR=196 y 200 lo que corresponde a que la bomba no está funcionando de la manera adecuada y genere que el motor de tirones, se acelere, se frenee y en ocasiones presenta ruidos poco comunes a un buen funcionamiento, y es causado por la bomba

que no está calibrada correctamente y su solenoide no funciona, por ello es recomendable verificar que le esté llegando la carga suficiente al solenoide de la bomba para generar el arranque del vehículo y verificar las conexiones que se conectan a dicha pieza, si la falla persiste se debe realizar una rectificación a cada bomba de inyección con su respectivo mantenimiento.

En el filtro de combustible se obtuvo un IPR=144 lo cual es referente a los frenados momentáneos del motor que es causado a que el filtro está obstruido por impurezas que contiene la gasolina, así que se recomienda realizar revisiones del filtro del combustible cada 30.000 kilómetros para saber en qué estado se encuentra y ya sabiendo esto, si encuentra en mal estado proceder hacerle su remplazo.

El filtro trampa dio un valor del IPR=147, presento fallas al momento de la absorción de humedad del combustible, porque los filtros se encuentran en malas condiciones y los inyectores oxidados, por lo que es recomendable hacerles una revisión cada 5.000 kilómetros para verificar su estado y realizarle su mantenimiento si requiere o un cambio si presenta bastante deterioro; también se evidencio que el filtro común arrojó un IPR=144, lo que se debe a la acumulación excesiva de suciedad por lo que también le debe hacer una revisión cada 5.000 kilómetros para verificar su estado y realizarle su mantenimiento si requiere o cambio si presenta bastante deterioro.

Tabla 9.

Calificación del Índice de Priorización del Riesgo (IPR) del Sistema eléctrico.

SISTEMAS	PARTE	IPR
Sistema Eléctrico	Bujía	140

Nota. Elaboración propia

El sistema eléctrico se evidencio que la bujía arrojó un IPR=140 que se relaciona con la dificultad al encendido, dichas bujías están solidificadas o pueden tener acumulación de residuos, por ello se recomienda hacerle una revisión cada los 60.000 km para mantenimiento y limpieza con limpiadores especiales, adicional la utilización de un cepillo con hebras metálicas para retirar partículas adheridas a la pieza.

Tabla 10.

Calificación del Índice de Priorización del Riesgo (IPR) del Sistema de refrigeración.

SISTEMAS	PARTE	IPR
	Mangueras	147
Sistema de refrigeración	Correas del ventilador	126
	Radiador	175

Nota. Elaboración propia

Se observa que en el sistema de refrigeración las mangueras tienen un IPR=147, se refiere a que el cabezote y acople de las mangueras están dañados y dejan que el refrigerante que va del radiador al motor se escape y así generándole un mayor calentamiento al motor, adicionalmente se evidencio que las mangueras se encontraban con bastante deterioro debido a que nunca se han cambiado, por ende se recomienda realizar el cambio de acoples, cabezote y mangueras y someterlo a una revisión cada 10.000 kilómetros.

Posteriormente la correa del ventilador arrojó IPR=126 debido a que se encontró estirada lo que ocasiona chirridos en el motor, ya que la pieza no se puede arreglar para reducir su diámetro se recomienda hacer su remplazo, adicional también se le debe hacer revisión a dicha pieza cada 10.000 Kilómetros.

El radiador presentó un IPR=175 esto refleja que el vehículo presento sobrecalentamiento en el motor, lo que puede ser causado por fugas en el termostato y presencia de agua en el

líquido refrigerante, por consiguiente, se recomienda semanalmente hacer verificar su estado, comprobar si el líquido refrigerante contiene abundante agua y limpiar adecuadamente para evitar acumulación de partículas externas.

Tabla 11.

Calificación del Índice de Priorización del Riesgo (IPR) del Sistema de suspensión.

SISTEMAS	PARTE	IPR
Sistema de suspensión	Amortiguadores	128
	Muelle	126
	Barra estabilizadora	128

Nota. Elaboración propia

En el sistema de suspensión se evidencio que los amortiguadores presentaron un IPR=128, esta falla se evidencio por que los vehículos se observaban desnivelado y es causado porque algunos amortiguadores se encontraban muy desgastados, lo que generan desgaste anticipado en piezas que componen el sistema de suspensión, de acuerdo al resultado obtenido se recomienda hacer el cambio de la pieza con el fin de evitar posibles accidentes y daños prematuros de piezas del sistema de suspensión.

De igual manera se encontró que los muelles de la suspensión arrojaron un resultado del IPR=126 por el desgaste del sistema de suspensión que son causadas por cargas excesivas lo que por trayectos extensos y rocosos lo que genera aflojamiento de esta pieza, por lo cual se debe estar revisando esta pieza continuamente debido a que están expuestas a la suciedad y posibles golpes.

Las barras estabilizadoras arrojaron un resultado del IPR=128 por las curvaturas que son causadas por cargas excesivas lo que generan aflojamiento de esta pieza, por lo cual se debe estar revisando esta pieza continuamente y verificando la flexión que tienen las barras.

Tabla 12.

Calificación del Índice de Priorización del Riesgo (IPR) del Sistema de dirección.

SISTEMAS	PARTE	IPR
Sistema de dirección	Retenedor	180
	Árbol de Dirección	126
	Columna de Dirección	144
	Correa de Transmisión	128

Nota. Elaboración propia

En el sistema de dirección se encontró varias fallas entre ellas están los daños, desgastes o roturas de los retenedores, lo cual arrojó una IPR= 180 por ende se recomienda que a los vehículos se le realice un calentamiento previo a su uso para evitar daños anticipados a partes fundamentales; por otro lado, el árbol de dirección arrojó IPR= 126, Columna de dirección

IPR=144, y Correa de transmisión un IPR=128 que dichas fallas son causadas por la falta de lubricación y que pueden generar un desgaste anticipado en dichas piezas también pueden llegar a generar una pérdida de notable en el control del vehículo al momento de su conducción por lo cual se recomienda estar revisando periódicamente su lubricación y realizarles su respectivo mantenimiento, en dado caso un cambio a las piezas para evitar futuros siniestros.

Tabla 13.

Calificación del Índice de Priorización del Riesgo (IPR) del Sistema de frenos.

SISTEMAS	PARTE	IPR
Sistema de frenos	Manguera de frenos	160
	Cilindro maestro del freno	168

Nota. Elaboración propia

En el sistema de frenos se encontró que estaban fallando dos piezas, la primera es la manguera de freno con un IPR=160 que presentaron fugas que generaron pérdida del líquido de frenos y los vehículos pierden la eficiencia al momento del frenado, así que se recomienda que estén revisando estas piezas continuamente debido a que en muchas ocasiones tienden a generarse jalones y flexiones por parte de las ruedas y adicionalmente hacerles el correcto mantenimiento por si se presenta un desgaste excesivo.

La otra pieza que presenta fallo es el Cilindro maestro del freno que obtuvo un IPR=168 lo que es causado por la falta de lubricación al dicho cilindro, generándole forzamiento y calentamiento excesivo de el mismo, es fundamental estar lubricando esta pieza para que no vaya perdiendo presión para su buen funcionamiento, así que se recomienda revisar semanalmente esta pieza con el fin de verificar si es necesario lubricar o hacerle una limpieza.

Tabla 14.

Calificación del Índice de Priorización del Riesgo (IPR) del Sistema de motor, caja y transmisión.

SISTEMAS	PARTE	IPR
	Válvulas	144
	Pistón	150
Sistema del Motor, Caja y	Cigüeñal	140
Transmisión	Biela	144
	Árbol de Transmisión	125 - 168
	Piñones	150 - 180

Nota. Elaboración propia

En el sistema de Motor, Caja y Transmisión se evidenció que las válvulas presentaban un sonido diferencial al motor por lo cual arrojaron un IPR de 144 que es resultante a la falta de

lubricación o sincronización de las válvulas que conlleva que el motor tenga un ralentí inactivo y no regule su régimen mínimo y el vehículo se apague de un momento a otro en neutro, por lo cual se recomienda la realización de un mantenimiento y sincronización de las válvulas según recomendaciones del fabricante, los pistones mostraron grietas en la cabeza y en los cubos arrojando un IPR de 150, que fue causado por tensiones térmicas extremas y que pueden llegar a repercutir al mal funcionamiento del motor por lo cual se recomienda realizarles una rectificación a cada uno de ellos y si el daño es muy grande proceder a su reemplazo.

el cigüeñal arrojó un IPR de 140 que es causado porque el sensor de posición del cigüeñal no está arrojando información a la computadora lo que hace generar que el vehículo vacile o se estanque antes de acelerar, por lo cual se recomienda revisar el conector del sensor hacia la PCM, la distancia entre los dientes del engrane y el sensor, los cables que llegan al sensor, verificación del embobinado de la bobina que se encuentra dentro del sensor o reemplazar totalmente el sensor de posición.

La biela arrojó un IPR de 144 porque el vehículo a perdido potencia debido a que hay un desgaste en la biela ya sea por su excesivo uso o falta de lubricación por ende se recomienda que se le realice una rectificación y mantenimiento correspondiente, llegado el caso que el desgaste sea excesivo proceder al cambio de la pieza.

El árbol de transmisión arrojó un IPR de 125 - 168 debido a la falta de lubricación y desgaste en los engranajes lo que esto conlleva a que desajuste en el mando por lo cual se recomienda el cambio del aceite de la transmisión cada 50.000 km, prevenir el recalentamiento de la transmisión que se debe al buen funcionamiento del sistema de refrigeración, evitar el abuso excesivo del embrague y realizar el cambio del aceite de la caja de cambio cada 25.000 Km, y por último los piñones arrojaron un IPR de 150 - 180, está falla que presenta es que el

embrague de la caja de cambios se engancha, esto ocurre debido a dos causas, una de ellas es la presencia de holgura entre los engranajes y desgaste en los cojinetes por lo cual se recomienda realizar el desmonte de la caja de cambio, sustituir las piezas defectuosas y hacer su respectivo mantenimiento y para evitar sonidos extraños a futuro hacer la utilización de aditivos con base de teflón.

Plan de mantenimiento preventivo para la empresa Palmeras Del Puerto SAS

Para conseguir establecer las actividades correspondientes al mantenimiento de los vehículos se tomó en cuenta los resultados que se obtuvo con la metodología AMFE para proceder a realizar el cronograma de actividades, teniendo en cuenta las partes de los diferentes sistemas que tienen un IPR por encima del rango permisible y establecer con qué frecuencia deben realizar esas actividades de mantenimiento con el fin de mejorar su servicio.

El plan de mantenimiento está estructurado de manera que se podrá adaptar a los procesos de la empresa, donde se estructura el objetivo, alcance, responsable, la política de calidad, entre otros. Ver anexo

Conclusiones

El mantenimiento dentro de la industria es un eje fundamental para la conservación de los equipos e instalaciones lo que me permite maximizar producción. El mantenimiento proporciona confiabilidad, eficiencia y productividad a la industria, los resultados se evalúan en cantidad y calidad de producto.

Al implementar la metodología AMFE se comprobó que en todos los sistemas y en cada una de sus partes que lo componen, presentaron múltiples modos de fallo los cuales generaron efecto y causas negativas a los vehículos; por otro lado, con la aplicación de la ecuación del método mencionado se evidencio los modos de falla más significativos con mayor gravedad frente a otros y así poderlos priorizarlos al momento de la realización de un mantenimiento próximo.

Con la implementación del plan de mantenimiento la empresa PALMERAS DEL PUERTO SAS, podrá prestar un servicio con altos estándares de calidad sin preocuparse por siniestros futuros contando con un control, registro de las fallas y mantenimientos realizados a los vehículos. Con el plan formulado se puede establecer diferentes tareas de mantenimiento en el cronograma de actividades, para la ejecución de este plan se debe realizar cambios en la flota de transporte correspondientes a los registros de mantenimiento (cambios o inspecciones de las partes), registro de llegada y salida de los vehículos, posibles cambios en la codificación y la elaboración de nuevos formatos para el progreso de las actividades de mantenimiento preventivo.

Teniendo en cuenta esto se quiere dar mayor productividad y vida útil a todos los automotores de la empresa PALMERAS DEL PUERTO S.A.S mediante un plan de mantenimiento preventivo dirigido hacia todos los vehículos de esta.

Recomendaciones

Al culminar el presente documento se recomienda que la empresa PALMERAS DEL PUERTO SAS asegure que dentro de sus actividades laborales incluyan el cronograma de actividades para la verificación, control y registro de cada una de las listas de inspección pre operacional y lista de chequeo específica por división de sistemas para que la flota de transporte terrestre, alarguen su vida útil laboralmente; se recomienda cumplir rigurosamente el cronograma de actividades de mantenimiento propuesto en este documento, para evitar que los vehículos presenten siniestros.

Así mismo se estructure un formato en el cual se lleve un registro y control de cada uno de los mantenimientos que se les realiza a los vehículos, para ir conociendo que fallas son más recurrentes y así puedan ser verificadas y controladas con mayor frecuencia; también el departamento de mantenimiento realice una planeación estratégica del mantenimiento, con la finalidad de para mejorar las tareas de supervisión y control para así poder contar con una mejora continua en el sistema de mantenimiento.

Además, la empresa debe capacitar cada año a los operarios de los vehículos sobre técnicas de mantenimiento, para saber cómo actuar al momento presentarse una falla o daño y así actuar de la forma más apropiada evitando daños adicionales.

Lista de referencias

- Aguilar, J. R., Torres, R., & Magaña, D. (2010). Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo y confiabilidad. *Tecnología, Ciencia, Educación*, 25(1), 15–26.
- Alban Salazar, N. E. (2017). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad de las maquinarias en la Empresa Construcciones Reyes S.R.L. para incrementar la productividad*. Obtenido de <http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12423/798>
- ALEPH ORG. (2021). *Que es un formato y como se elabora?* Obtenido de ALEPH ORG: <https://aleph.org.mx/que-es-un-formato-y-como-se-elabora>
- American Psychological Association. (2010). *Manual de Publicaciones de la American Psychological Association* (6 ed.). (M. G. Frías, Trad.) México, México: El Manual Moderno.
- Arana Garcia, O. (2016). *Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las líneas embolsadoras de la planta caramelos en la empresa Molitalia s.a.* lima: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/3041>
- Aranda González, J. R., & Córdova Orendo, F. R. (2020). *Mejora del proceso del mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de flota vehicular de la empresa Servosa Gas S.A.C, Callao*. Lima: Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59482?show=full>

- Biblioteca Digital Ministerio de Transporte. (2020). *Transporte Terrestre*. Obtenido de Biblioteca Digital Ministerio de Transporte:
<https://web.mintransporte.gov.co/jspui/handle/001/14>
- Bizneo Blog. (2022). *Cronograma de un proyecto: ¿qué es y cómo crearlo?* Obtenido de Bizneo Blog:
<https://www.bizneo.com/blog/cronograma/#:~:text=El%20cronograma%20es%20una%20herramienta,sencilla%20de%20organizar%20el%20trabajo.>
- Cárdenas Rodríguez, C. E., & Serpa Lema, K. A. (2020). *Propuesta de plan de mantenimiento preventivo automotriz para la flota vehicular del MTOP del Cañar*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Obtenido de
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19358>
- Casadiego Arevalo, L. E., & Gutierrez Riaño, O. A. (2017). *Elaboración del plan de mantenimiento preventivo para la planta de producción N.2 de la empresa ladrillera los vados s.a.s*. Cucuta: Universidad Francisco de Paula Santander. Obtenido de
<https://repositorio.ufps.edu.co/handle/ufps/2116>
- Díaz Medrano, A. S. (2015). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la fiabilidad operacional y reducción de costos de mantenimiento de los equipos en la Empresa San Francisco de Asís Logística y Negocios S.A.C*. Peru: Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/6215>
- Dimitroff, M., Pontell, D., Zannazz, J., & Conforte, J. (2016). Mantenimiento Preventivo: Asignación Grupal de Prioridades con Metodología Procesos DRV. *Revista Ingeniería Industrial*, 15(2), 163-177. Obtenido de
<http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/2782>

Durán Ochoa, G. A., & Ramírez Gómez, R. D. (2021). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo de conservación y optimización de la flota vehicular del GAD Zaruma.*

Cuenca: Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20681>

Esquivés Sánchez, J. I., & Mayta Salazar, Y. A. (2018). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para remolques y su impacto en la disponibilidad de unidades de la empresa Induamerica servicios logísticos s.a.c.* Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido de <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/11067>

Figuerola, W. C. (2020). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la flota vehicular de una empresa dedicada al rubro transporte.* Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

Fuentes, J., & Fabian, E. (2018). *Implementación de un plan mantenimientos preventivo y correctivo a los motores Jinan diésel engine ubicados en el centro de generación Lizama y bonanza del municipio de sabana de torres.* Ocaña. Obtenido de <http://repositorio.ufpso.edu.co/xmlui/handle/123456789/2440>

García, S. (2020). *Manual del jefe de mantenimiento.* RENOVETEC. Obtenido de <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>

GrupoWork. (04 de Febrero de 2016). Obtenido de GrupoWork: <http://grupo-work.com/mantenimiento-ocinas-locales/#:~:text=Mantenimiento%20Predictivo%3A%20Es%20el%20que,de%20tal%20estado%20y%20operatividad>

- Gutierrez Serna, M. D. (2017). *Propuesta de mantenimiento preventivo del cargador frontal Caterpillar 966H en una empresa de servicios, Callao, 2017*. callao: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/28079>
- Hernandez, P. (31 de Julio de 2018). *alsglobal*. Obtenido de <https://www.alsglobal.com/%2Fes-co%2Fnews%2Farticulos%2F2018%2F07%2Fanalisis-de-aceite-todo-lo-que-usted-necesita-saber-sobre-el-tema>
- Herrera-Galán, M., & Duany-Alfonzo, Y. (2016). Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento. *Ingeniería Industrial, XXXVII(1)*, 2-13. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362016000100002
- Jaime Estupiñan, S. (2017). *Diseño del plan de mantenimiento preventivo enfocado a TPM para la Compañía de Montajes Diseño y Construcción C.M.D SAS*. Duitama: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Obtenido de <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/2688>
- Loyola Mejía, M. A. (2017). *Elaboración de plan de mantenimiento preventivo para sistemas técnicos del Centro Internacional de la Papa*. Lima - Peru: Universidad San Ignacio de Loyola. Obtenido de <https://repositorio.usil.edu.pe/items/d88657c0-eeeb-4df8-b043-127e9e0a1eea>
- Mabrouk, A. B., Chelbi, A., & Radhoui, M. (2016). Política de mantenimiento preventivo imperfecto óptimo para equipos arrendados en períodos sucesivos. *International Journal of Production Research, 54:17*, 5095-5110. Obtenido de https://econpapers.repec.org/article/taftprsx/v_3a54_3ay_3a2016_3ai_3a17_3ap_3a5095-5110.htm

- Martinez Limo, M. A. (2019). *Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la eficiencia de la flota vehicular de la Empresa de Transportes M. Catalán SAC. dedicada al transporte de combustibles líquidos*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Matamoros Camargo, J. A. (2020). *Estudio de factibilidad para la creación de un centro diagnóstico automotriz (CDA) en el municipio de Samacá*. Tuja: Universidad Santo Tomas. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/jspui/bitstream/11634/24027/3/2020jeffersonmatamoros.pdf>
- Maza Ancajima, A. A. (2016). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad del parque de máquinas de la Empresa Conservera de Las Américas S.A.* Piura: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/8098>
- Mercado, V., & Peña, J. B. (2016). Modelo de gestión de mantenimiento enfocado en la eficiencia y optimización de la energía eléctrica. *Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*, 28(1), 99-105. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4277/427746276011.pdf>
- Merizalde, Y., Bonilla Morte, L. M., Callejo Hernández, L., & Duque Pérez, L. Ó. (2018). Mantenimiento de turbinas eólicas. Una revisión. *DYNA*, 93(4), 435-441. Obtenido de <https://recyt.fecyt.es/index.php/DY/article/view/66397>
- Niño Lazaro, L. D. (2019). *Desarrollo de un plan de mantenimiento para la flota de transporte escolar de la empresa trans american express s.a.s*. Bucaramanga: Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.
- Parra Castrillón, E. (2018). *Las fases del proyecto de investigación*. Medellín.

Poder público - Rama Legislativa. (s.f.). *Ley 769 Código Nacional Terrestre de 2002*.

Renovetec. (2019). *MANUAL DEL JEFE DE MANTENIMIENTO*. Obtenido de Renovetec:

<http://mantenimiento.renovetec.com/plan-de-mantenimiento#:~:text=Un%20plan%20de%20mantenimiento%20es,vida%20%C3%BAtil%20de%20la%20instalaci%C3%B3n>.

Rodriguez, J. L. (2018). *Elaboracion de una propuesta de plan de mantenimiento basado en confiabilidad para la flota de vehiculos de la empresa TRANZIT S.A.S perteneciente al SITP*. Bogota: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Sánchez Gomez, A. M. (2017). *Técnicas de mantenimiento predictivo: metodología de aplicación en las organizaciones*. Bogota: Universidad Católica de Colombia. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10983/15585>

Santiago Garica, J. (2017). *Implementación del mantenimiento predictivo para incrementar la productividad en el área de máquinas automáticas de la empresa Tecnopress S.A.C, 2017 Ate – Lima*. lima: Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/12567>

Tictap Simply Connect. (2022). *4 tipos de modelos de mantenimiento que puedes aplicar para instalaciones y equipos de trabajo*. Obtenido de Tictap Simply Connect: <https://www.tictap.me/4-tipos-de-modelos-de-mantenimiento-que-puedes-aplicar-para-instalaciones-y-equipos-de-trabajo/>

Villamizar de la Cruz, C. C. (2019). *Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para la flota de vehículos de la empresa multiservicios san Martín*. Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

Anexos

Anexo 1.

Ficha Técnica Del Vehículo

	Ficha Técnica Del Vehículo De Transporte Terrestre		Código
			Vigencia
			Versión
Datos Básicos			
Marca:		Placa:	
Servicio:	Línea:	Tipo de Carrocería:	
Clase de vehículo:	Cilindraje cc:	Modelo:	Combustible:
No. Motor:	Kilometraje:	Capacidad Kg/psj:	Propietario:
No. Serie		No. Chasis:	
Datos Específicos			
Dimensiones:			

	FICHA TÉCNICA DEL VEHICULO DE TRANSPORTE TERRESTRE		Código: 0790
			Vigencia: 2022
			Versión: 01
Datos Básicos			
Marca: Toyota		Placa: WFD 790	
Servicio:	Línea:	Tipo de Carrocería: Pick-up	
Clase de vehículo:	Cilindraje cc: 2.700	Modelo: 2016	Combustible: Diésel
No. Motor: SAJF229G5068 4	Kilometraje: 143.530	Capacidad Kg/psj: 4	Propietario: Palmeras del puerto
No. Serie		No. Chasis: 9GAMM6101AB015068	
Datos Específicos			
La camioneta WFD 790 presenta deterioro en las bandas de frenos delanteras y traseras, tiene dos amortiguadores traseros que presentan fuga de aceite y las correas del radiador presentan deterioro, además el motor presenta diferentes tipos de ruido los cuales no son normales, lo que en ocasiones genera fallas en el arranque.			
Dimensiones:			

	Ficha Técnica Del Vehículo De Transporte Terrestre		Código: 0197
			Vigencia: 2022
			Versión: 02
Datos Básicos			
Marca: Toyota		Placa: THQ 197	
Servicio: Transporte	Línea:	Tipo de Carrocería: Pick-up	
Clase de vehículo:	Cilindraje cc: 2.700	Modelo: 2016	Combustible: Diésel
No. Motor: 9BUA8425LIA0 R	Kilometraje: 156.800	Capacidad Kg/psj: 4	Propietario: Edgar Ramirez
No. Serie		No. Chasis: 7BEL90IAM174CB8	
Datos Específicos			
La camioneta THQ 197 presenta desgaste en las bandas de frenos traseras y delanteras, se evidencio que los filtros de aire y combustible estaban viejos, la camioneta se encuentra en el momento de realizar cambio de aceite de motor.			
Dimensiones:			

	Ficha Técnica Del Vehículo De Transporte Terrestre		Código: 0643
			Vigencia: 2022
			Versión: 03
Datos Básicos			
Marca: Toyota		Placa: EQP 643	
Servicio: Transporte	Línea:	Tipo de Carrocería: Pick-up	
Clase de vehículo:	Cilindraje cc: 2.801	Modelo: 2017	Combustible: Diésel
No. Motor: 4BDC480A11U MN	Kilometraje: 116.077	Capacidad Kg/psj: 4	Propietario: Palmeras del Puerto
No. Serie		No. Chasis: A47LB098TN6A1R2	
Datos Específicos			
La camioneta EQP 643 presenta desgaste en las bandas de frenos delanteras y traseras, los filtros de aire están viejos, en el sistema de dirección se identificó que hacía falta aceite hidráulico y las correas de repartición presentan desgaste, el sistema de suspensión también se encuentra un poco desgastado al igual que la dirección, ojo presenta ruidos en el motor.			
Dimensiones:			

	Ficha Técnica Del Vehículo De Transporte Terrestre		Código: 0232
			Vigencia: 2022
			Versión: 4
Datos Básicos			
Marca: Toyota		Placa: GEU 232	
Servicio: Transporte	Línea:	Tipo de Carrocería: Pick-up	
Clase de vehículo:	Cilindraje cc: 2.801	Modelo: 2017	Combustible: Diésel
No. Motor: 3AQE87JK912 A	Kilometraje: 96.996	Capacidad Kg/psj: 4	Propietario: Hernando Rios
No. Serie		No. Chasis: 3JQE97B01O66ART	
Datos Específicos			
La camioneta GEU 232 presenta desgaste en las bandas de frenos delanteras y traseras, se identificaron fallas en las luces frontales altas debido a que se quemó el bombillo, el motor presenta ruidos, el filtro del aire no estaba en condiciones óptimas, en la caja de cambios se detectó un problema en uno de los engranajes, y los amortiguadores se encuentran desgastados.			
Dimensiones:			

	Ficha Técnica Del Vehículo De Transporte Terrestre		Código: 0310
			Vigencia: 2022
			Versión: 5
Datos Básicos			
Marca: Toyota		Placa: GUQ 310	
Servicio: Transporte	Línea:	Tipo de Carrocería: Pick-up	
Clase de vehículo:	Cilindraje cc: 2.801	Modelo: 2017	Combustible: Diésel
No.Motor:E1T175424	Kilometraje: 95.442	Capacidad Kg/psj: 4	Propietario: Palmeras del puerto
No. Serie		No. Chasis: LJ11RTCD6D300224	
Datos Específicos			
La camioneta GUQ 310 presenta desgaste en las bandas de frenos delanteras y traseras, los amortiguadores presentan desgaste por y falta de lubricación, el motor presenta ruidos, el filtro del aire no estaba en condiciones óptimas, en la caja de cambios se detectó un problema en uno de los engranajes, y la dirección se encuentra un poco rígida.			
Dimensiones:			

	Ficha Técnica Del Vehículo De Transporte Terrestre		Código: 0636
			Vigencia: 2022
			Versión: 6
Datos Básicos			
Marca: Toyota		Placa: WDS636	
Servicio: Transporte	Línea:	Tipo de Carrocería: Pick-up	
Clase de vehículo:	Cilindraje cc: 2.801	Modelo: 2018	Combustible: Diésel
No.Motor: CDC052172	Kilometraje: 91.128	Capacidad Kg/psj: 4	Propietario: Hilder Bravo Alvarez
No. Serie		No. Chasis: 9GDNHR550AB00321	
Datos Específicos			
La camioneta WDS 636 presenta desgaste en el sistema de suspensión por falta de lubricación, los amortiguadores presentan desgaste, el motor presenta ruidos, la dirección se encuentra un poco rígida, y en la caja de cambios se detectó un problema en uno de los engranajes.			
Dimensiones:			

	Ficha Técnica Del Vehículo De Transporte Terrestre		Código: 0985
			Vigencia: 2022
			Versión: 7
Datos Básicos			
Marca: Toyota		Placa: WDR985	
Servicio: Transporte	Línea:	Tipo de Carrocería: Pick-up	
Clase de vehículo:	Cilindraje cc: 2.801	Modelo: 2018	Combustible: Diésel
No.Motor:2AWES7JQ914 B	Kilometraje: 89.945	Capacidad Kg/psj: 4	Propietario: Palmeras del puerto
No. Serie		No. Chasis: 9GDNHR550AB008321	
Datos Específicos			
La camioneta WDR 985 presenta ruido en el motor y sobrecalentamiento, los amortiguadores presentan desgaste por y falta de lubricación, el filtro del aire no estaba en condiciones óptimas, el pedal del freno está muy bajo.			
Dimensiones:			

	Ficha Técnica Del Vehículo De Transporte Terrestre		Código: 0982
			Vigencia: 2022
			Versión: 8
Datos Básicos			
Marca: Toyota		Placa: WDQ982	
Servicio: Transporte	Línea:	Tipo de Carrocería: Pick-up	
Clase de vehículo:	Cilindraje cc: 2.801	Modelo: 2018	Combustible: Diésel
No.Motor:4BRE92JK340 M	Kilometraje: 86.458	Capacidad Kg/psj: 4	Propietario: Palmeras del puerto
No. Serie		No. Chasis: 3HSWYAHT57N554442	
Datos Específicos			
La camioneta WDQ 982 presenta fallas en el sistema de suspensión ya que tiene un amortiguador reventado, presenta ruidos en el motor, la dirección está un poco rígida, y los frenos están un poco largos.			
Dimensiones:			

Nota. Elaboración propia

Anexo 2.

Formato de lista pre operacional para camionetas

		PREOPERACIONAL CAMIONETA										CÓDIGO					
												No. 1					
												Fecha					
OBRA:																	
SEMANA DEL:																	
ÁREA INSPECCIONADA:																	
TIPO DE VEHÍCULO:												MODELO:		KILOMETRAJE:			
PLACA:												LICENCIA DE TRÁNSITO No:					
LICENCIA DE CONDUCCIÓN No:												CATEGORIA:					
SOAT No:												VIGENCIA:		Al:			
												B = BUENO		M = MALO		N.A = NO APLICA	
ITEM	DESCRIPCIÓN	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO			
		B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M		
ESTADO GENERAL																	
ENCENDIDO																	
LLANTAS																	
LUCES DE PARQUEO																	
DIRECCIONALES																	
LIMPIA BRISAS																	
PITO PRINCIPAL Y PITO DE REVERSA																	
COJINERA																	
ESPEJOS																	
TABLERO (INSTRUMENTOS DE TEMP Y VELOCIDAD)																	
LUCES DELANTERAS (PLENAS Y MEDIAS)																	
LUZ DE FRENOS																	
LUCES TRASERAS																	
PLACAS																	
DISPOSITIVO DE SEGURIDAD																	
CINTURONES DE SEGURIDAD																	
BARRA ANTIVUELCOS																	
SENALES PREVENTIVAS (TRIANGULOS)																	
BLOQUES Y TACOS																	
EXTINTOR (ESPECIFICAR TIPO A, B, O C)																	
BOTIQUIN																	
HERRAMIENTAS MÍNIMAS																	
GATO																	
PALANCA																	
CRUCETA																	
JUEGO DE LLAVES																	
SISTEMA DE FRENOS																	
FRENOS PRINCIPALES																	
FRENOS DE EMERGENCIA																	
NIVEL DE LIQUIDO DE FRENOS (DE AIRE-PRESION)																	
BANDAS DE FRENOS Y PASTILLAS																	
INSPECCIÓN BAJO CAPO																	
RADIADOR																	
MANGLERAS Y ABRAZADERAS																	
VENTILADOR Y CORREAS																	
FUGAS DE ACEITE																	
NIVEL DE ACEITE																	
FILTRO DE ACEITE																	
FILTRO DE GASOLINA																	
CABLES ELÉCTRICOS																	
ACEITE DE CAJA Y TRANSMISIÓN																	
LUBRICACIÓN Y ENGRASE																	
BATERIA																	
NOMBRES												FIRMAS					
CONDUCTOR:																	
FIRMA SUPERVISOR:																	
OBSERVACIONES:																	
FUERA DE SERVICIO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>																	

Nota. Elaborado por la empresa

Anexo 3.

Formato de la lista de chequeo por división de sistemas de los vehículos

	DIVISION DEL SISTEMA VEHICULAR PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO E INSPECCIONES					Inspección N°	
	NO. VERSION:		Fecha de Vigencia:		Vehículo: 790	Fecha de inspección: 3 octubre 2022	
SISTEMAS	Existe		Estado			Observaciones	Realizado por
	Si	No	Bueno	Mantenimiento	Cambio		
SISTEMA DE INYECCION							
bomba de inyección							
filtro de combustible							
filtro común							
filtro trampa							
Inyector							
SISTEMA ELECTRICO							
alternador							
correas alternador							
motor de arranque							
batería							
caja de fusibles							
bujía							
faros delanteros							
luces diurnas							
luces de estacionamiento							
luz de marcha atrás							
luz de freno							
intermitentes o indicadores de dirección							
SISTEMA DE REFRIGERACION							
tarro auxiliar de agua							
mangueras							
correas del radiador							
correa del ventilador							
radiador							
Tapón de presión							
SISTEMA DE SUSPENSION							
bastidores o chasis							
soportes							
tren delantero							
amortiguadores delanteros							
amortiguadores traseros							
ballestas							
muelle auxiliar							
muelle principal							
neumáticos							
barra estabilizadora							
SISTEMA DE DIRECCION							

	DIVISION DEL SISTEMA VEHICULAR PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO E INSPECCIONES					Inspección N°	
	NO. VERSION:		Fecha de Vigencia:		Vehículo: 790	Fecha de inspección: 3 octubre 2022	
SISTEMAS	Existe		Estado			Observaciones	Realizado por
	Si	No	Bueno	Mantenimiento	Cambio		
retenedores							
árbol de dirección o principal							
caja de dirección							
eje brazo izquierdo							
brazo auxiliar de dirección							
columna de dirección							
rotula superior							
rotula interior							
barra de acoplamiento							
volante							
correa de transmisión							
SISTEMA DE FRENOS							
pedal de freno							
cámara de seguridad derecha							
cámara de seguridad izquierda							
cámara de pedal							
campana de freno delantero							
bandas delanteras							
mangueras de frenos							
cilindro maestro del freno							
MOTOR CAJA Y TRANSMISION							
Válvulas							
Árbol de levas							
Pistón							
Cigüeñal							
Biela							
Árbol de Transmisión							
Piñones							
Embrague							

Nota. Elaboración propia

Anexo 4.*División de los sistemas vehículos*

	DIVISION DEL SISTEMA VEHICULAR PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO E INSPECCIONES			Inspección N°
	NO. VERSION:	Fecha de Vigencia:	Vehículo: 790	Fecha de inspección:
Tabla De División De Sistemas Del Vehículo				
1. Sistema De Inyección	2. Sistema Eléctrico	3. Sistema De Refrigeración		
bomba de inyección	alternador	tarro auxiliar de agua		
	correas alternador			
	motor de arranque	mangueras		
filtro de combustible	batería	correas del radiador		
	caja de fusibles	correa del ventilador		
filtro común	bujía	radiador		
	faros delanteros	Tapón de presión		
filtro trampa	luces diurnas			
	luces de estacionamiento			
	luz de marcha atrás			
	luz de freno			
Inyector	intermitentes o indicadores de dirección			
4. Sistema De Suspensión	5. Sistema De Dirección	6. Sistema De Frenos		
bastidores o chasis	retenedores	pedal de freno		
soportes	árbol de dirección o principal	cámara de seguridad derecha		
tren delantero	caja de dirección	cámara de seguridad izquierda		
amortiguadores delanteros	eje brazo izquierdo	cámara de pedal		
amortiguadores traseros	brazo auxiliar de dirección	campana de freno delantero		
ballestas	columna de dirección	bandas delanteras		
muelle auxiliar	rotula superior	mangueras de frenos		
muelle principal	rotula interior			
neumáticos	barra de acoplamiento	cilindro maestro del freno		
	volante			
barra estabilizadora	correa de transmisión			

Nota. Elaboración propia

Anexo 5.*Formato del estado de los sistemas de los vehículos*

	DIVISION DEL SISTEMA VEHICULAR PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO E INSPECCIONES		Inspección N°
	NO. VERSION:	Fecha de Vigencia:	Vehículo: 790 Fecha de inspección:
Sistema		Estado	
Sistema De Inyección			
bomba de inyección			
filtro de combustible			
filtro común			
filtro trampa			
Inyector			
Sistema Eléctrico			
alternador			
correas alternador			
motor de arranque			
batería			
caja de fusibles			
bujía			
faros delanteros			
luces diurnas			
luces de estacionamiento			
luz de marcha atrás			
luz de freno			
intermitentes o indicadores de dirección			
Sistema De Refrigeración			
tarro auxiliar de agua			
mangueras			
correas del radiador			
correa del ventilador			
radiador			
Tapón de presión			
Sistema De Suspensión			
bastidores o chasis			
soportes			
tren delantero			
amortiguadores delanteros			
amortiguadores traseros			

	DIVISION DEL SISTEMA VEHICULAR PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO E INSPECCIONES		Inspección N°
	NO. VERSION:	Fecha de Vigencia:	Vehículo: 790
ballestas			Fecha de inspección:
muelle auxiliar			
muelle principal			
neumáticos			
barra estabilizadora			
Sistema De Dirección			
retenedores			
árbol de dirección o principal			
caja de dirección			
eje brazo izquierdo			
brazo auxiliar de dirección			
columna de dirección			
rotula superior			
rotula inferior			
barra de acoplamiento			
volante			
correa de transmisión			
Sistema De Frenos			
pedal de freno			
cámara de seguridad derecha			
cámara de seguridad izquierda			
cámara de pedal			
campana de freno delantero			
bandas delanteras			
mangueras de frenos			
cilindro maestro del freno			
Motor Caja Y Transmisión			
Válvulas			
Árbol de levas			
Pistón			
Cigüeñal			
Biela			
Árbol de Transmisión			
Piñones			
Embrague			

Nota. Elaboración propia

Anexo 6.

Clasificación de la gravedad del modo de fallo según la repercusión en el cliente / usuario.

	DIVISION DEL SISTEMA VEHICULAR PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO E INSPECCIONES			
	NO. VERSION:	Fecha de Vigencia:	Vehículo: 790	Fecha de inspección:
Clasificación de la gravedad del modo de fallo según la repercusión en el cliente / usuario				
Gravedad	Criterio			Valor
Muy baja Repercusiones imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.			1
Bajas Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	El tiempo de fallo originaria un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, este observara un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable.			2-3
Moderada Defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observara deterioro en el rendimiento del sistema.			4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado en el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.			7-8
Muy alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentadas. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10.			9-10

Nota. Tomado de NTP 679 Análisis modal de fallos y efectos. AMFE

Anexo 7.

Clasificación de la frecuencia / probabilidad de ocurrencia del modo de fallo.

 DIVISION DEL SISTEMA VEHICULAR PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO E INSPECCIONES				
	NO. VERSION:	Fecha de Vigencia:	Vehículo: 790	Fecha de inspección:
Clasificación de la frecuencia / probabilidad de ocurrencia del modo de fallo				
Frecuencia	Criterio			Valor
Muy baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.			1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.			2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.			4-5
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previo procesos que han fallado.			6-8
Muy alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.			9-10

Nota. Tomado de NTP 679 Análisis modal de fallos y efectos. AMFE

Anexo 8.*Clasificación de facilidad de detección del modo fallo*

	DIVISION DEL SISTEMA VEHICULAR PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO E INSPECCIONES			
	NO. VERSION:	Fecha de Vigencia:	Vehículo: 790	Fecha de inspección:
Clasificación de facilidad de detección del modo fallo				
FRECUENCIA	CRITERIO			VALOR
Muy alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes			1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori			2-3
Moderada	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción			4-5
Baja	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.			6-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final.			9-10

Nota. Tomado de NTP 679 Análisis modal de fallos y efectos. AMFE

Anexo 9.*Formato Para Efectos de las Fallas*

		DIVISION DEL SISTEMA VEHICULAR PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO E INSPECCIONES						
		NO. VERSION:	Fecha de Vigencia:	Vehículo: 790	Fecha de inspección:			
Formato Para Efectos de las Fallas								
Sistema	Parte	Fallos Potenciales			Estado Actual			
		Modos de fallo	Efectos	Causas	F	G	D	IPR

Nota. Tomado de NTP 679 Análisis modal de fallos y efectos. AMFE

Anexo 10.*Cronograma de Actividades*

		Cronograma De Actividades Para El Mantenimiento Preventivo Palmeras del Puerto SAS				Código:
		N°. VERSION:1	Fecha de Vigencia:	Fecha de inspección:	página	
ACTIVIDAD		FRECUENCIA	2022-2023			
			Fecha de revisión	Duración	Encargado	Comentarios
1	Cambiar el aceite del motor, filtro de aceite, trampa y aire	5000 Km				
2	Inspeccione la presión y el estado de los neumáticos (Desgaste de la banda de rodamiento)	5000 Km				
3	Chequear la tensión del embrague y las correas del motor	5000 Km				
4	Realizar inspección de todas las luces e indicadores del tablero	5000 Km				
5	Completar el nivel de líquidos de los diferentes sistemas del carro (frenos, agua de batería, caja de velocidades, refrigerante etc.).	5000 Km				
6	Inspeccione el estado de los frenos	5000 Km				
7	Estado de la batería	5000 Km				
8	Inspección la velocidad marcha lenta	5000 Km				
9	Revisión y ajuste de la suspensión	5000 Km				
10	Revisión fugas de aceite	5000 Km				
11	Inspección fugas de aceite	10000 Km				
12	Estado de las articulaciones, rotulas y guardapolvos	10000 Km				
13	Sistema de admisión, tuberías y mangueras del motor	10000 Km				
14	Completar el nivel de líquidos: frenos, agua, de batería, hidráulico, diferencial y caja de velocidades	10000 Km				

		Cronograma De Actividades Para El Mantenimiento Preventivo Palmeras del Puerto SAS				Código:
		N°. VERSION:1	Fecha de Vigencia:	Fecha de inspección:	página	
ACTIVIDAD		FRECUENCIA	2022-2023			
			Fecha de revisión	Duración	Encargado	Comentarios
15	Alineación y balanceo	10000 Km				
16	Inspeccionar el estado del freno de mano y el pedal	10000 Km				
17	Calibración y rotación de llantas	10000 Km				
18	Revisión del sistema eléctrico en general	10000 Km				
19	Revisión de la suspensión (amortiguadores)	10000 Km				
20	Lavar el motor y aspirar	10000 Km				
21	Estado del limpiaparabrisas	10000 Km				
22	Revisión de la banda de accesorios	10000 Km				
23	Inspeccionar las correas del motor	10000 Km				
24	Estado de los soportes del motor	20000 Km				
25	Estado de los soportes del sistema de escape	20000 Km				
26	Inspeccionar las tuberías y mangueras del motor	20000 Km				
27	Estado de las bandas y tensión de frenos	20000 Km				
28	Engrasar rodamientos ruedas traseras	20000 Km				
29	Completar el nivel de líquidos frenos: agua de batería, hidráulico, diferencial y caja de velocidades.	20000 Km				
30	Limpieza de inyectores	20000 Km				
31	Inspeccionar el tanque de combustible	20000 Km				
32	Reemplace las bujías	20000 Km				
33	Cambio de aceite de motor, Dirección, transmisión, caja de velocidades y bandas traseras	30000 Km				
34	Reemplazo de discos y/o tambores de freno y ajuste	30000 Km				
35	Tensión embargue y correas de motor (alternador, dirección, ventilador)	30000 Km				
36	Alineación y balanceo	30000 Km				

		Cronograma De Actividades Para El Mantenimiento Preventivo Palmeras del Puerto SAS				Código:
		N°. VERSION:1	Fecha de Vigencia:	Fecha de inspección:	página	
ACTIVIDAD		FRECUENCIA	2022-2023			
			Fecha de revisión	Duración	Encargado	Comentarios
37	Rotación de las ruedas	30000 Km				
38	Engrasar los rodamientos de las ruedas traseras	30000 Km				
39	Revisar el torque, estado y presión de llantas	30000 Km				
40	Limpieza, drenaje y Sangrado del sistema de combustible diésel	30000 Km				
41	Cambio correas del motor (alternador, Dirección, Ventilador) correas de distribución y refrigerante radiador	40000 Km				
42	Realizar la sincronización del motor sea de inyección o de carburador	40000 Km				
43	Estado de la batería	40000 Km				
44	Revisión del sistema de enfriamiento	40000 Km				
45	Limpieza del sistema de enfriamiento	40000 Km				
46	Cambio líquido de frenos	40000 Km				
47	Purgado del sistema	40000 Km				
48	Reemplazo cables de bujías	40000 Km				
49	Alineación y balanceo	40000 Km				
50	Revisión y ajuste de la suspensión	40000 Km				
51	Inspección soportes en general	40000 Km				
52	Inspección de fugas, y mangueras	40000 Km				
53	Inspeccionar tanque de combustible	40000 Km				
54	Inspección de llantas	40000 Km				
55	Cambio de aceite de motor, Dirección, transmisión, caja de velocidades y bandas traseras	60000 Km				
56	Reemplazo de discos y/o Tambores de freno y ajuste	60000 Km				

		Cronograma De Actividades Para El Mantenimiento Preventivo Palmeras del Puerto SAS				Código:
		N°. VERSION:1	Fecha de Vigencia:	Fecha de inspección:	página	
ACTIVIDAD		FRECUENCIA	2022-2023			
			Fecha de revisión	Duración	Encargado	Comentarios
57	Cambiar filtro de aire, filtro de aceite, filtro de combustible	60000 Km				
58	Cambiar liquido de embrague y frenos	60000 Km				
59	Cambiar refrigerante radiador	60000 Km				
60	Inspeccionar bujías de encendido	60000 Km				
61	Revisar presión, Calibración y desgaste de los neumáticos	60000 Km				
62	Tensión embrague y correas de motor (alternador y dirección, ventilador)	60000 Km				
63	Sincronización del motor	60000 Km				
64	Ajuste de la suspensión	60000 Km				
65	Alineación y balanceo	60000 Km				
66	Revise y cambie si es necesario los amortiguadores	60000 Km				
67	Inspeccionar tuberías de combustible	60000 Km				

Nota. Para la realización de las actividades del cronograma se debe diligenciar la lista de chequeo por división de sistemas.

Elaboración propi

Anexo 11.*Historial de mantenimiento*

INSTRUCCIONES:

Registre trabajos de mantenimiento y reparaciones importantes según las actividades planteadas en el cronograma de actividades de mantenimiento preventivo (Ej.: Pintura, limpieza de partes, calibración, cambio de llantas, etc.)

		REGISTRO DE LOS VEHICULOS HISTORIAL DE REPARACIONES Y MANTENIMIENTOS			Codigo:
		Nº. VERSION: 1	Fecha de Vigencia: octubre 2022		pagina 1
FECHA	DESCRIPCION DE LA REPARACION	KILOMETRAJE ACTUAL	TIEMPO FUERA DE SERVICIO	KIOMETRAJE PROXIMO A REVISION	REPARADO POR TALLER/CONTRATISTA

Nota. Elaboración propia

Anexo 12.

Plan de mantenimiento preventivo para los vehículos de la empresa Palmeras del Puerto S.A.S.

**Plan de mantenimiento preventivo para los vehículos de la empresa Palmeras del
Puerto S.A.S.**

Elaborado Por:

Nicolas Valero Sandoval & Juan Sebastián Tangarife

Universidad Antonio Nariño

Facultad de ingeniería

Programa de Ingeniería Industrial

Villavicencio – Meta

Octubre de 2022

I. Introducción.

El mantenimiento realiza acciones típicas como la limpieza, los ajustes, los reaprietes, las regulaciones, la lubricación, los cambios de elementos utilizando el concepto de recurso asignado justificado convenientemente y hasta las propias reparaciones de cualquier tipo, siempre que sean planificadas previamente con el fin de prolongar la vida útil de las piezas del vehículo. (Torres,2005; Shkiliova y Fernández, 2011).

Los vehículos deben de permanecer en condiciones óptimas para el transporte de modo que se cumplan los altos niveles de exigencia del mercado, casi obligando a las empresas a implementar un sistema de mantenimientos preventivo, que permita garantizar la eficiencia de la flota vehicular. Un plan de mantenimiento preventivo se compone de tres etapas, la primer etapa es una limpieza, un mantenimiento superficial de las piezas (filtros, plumillas, carrocería), la segunda etapa corresponde a las revisiones preventivas en la cual se recoge información sobre el estado de las partes de los vehículos con el fin de detectar posibles fallas; la etapa número tres, consiste en las reparaciones programadas, y son la consecuencia de las revisiones preventivas donde se determino la necesidad de reparar o reponer algún elemento o pieza.

Los vehículos se consideran como maquinas que deben ser mantenidas en óptimas condiciones para el desarrollo de las funciones establecidas, permitiendo trabajar de forma segura y así mismo incrementar su vida útil. Así que el mantenimiento industrial se puede definir como un conjunto de técnicas propuestas para conservar los equipos e instalaciones para que presten el servicio durante el mayor tiempo posible, debido a que es fundamental buscar la más alta disponibilidad y el máximo rendimiento de los diferentes equipos. (Navarro, 2011)

El presente proyecto busca proponer un plan de mantenimiento preventivo para la flota vehicular de la empresa Palmeras del Puerto S.A.S, trabajando con la metodología de análisis nodal de modos, fallas y efectos (AMFE); el mantenimiento adecuado para la flota vehicular le garantizaría a la empresa un correcto funcionamiento de su flota vehicular permitiéndole prestar un excelente servicio.

La información que se tomó en cuenta es necesaria para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo, el cual se ejecutara mediante un cronograma teniendo en cuenta todos los parámetros, adicional a esto se llevaran registros de las actividades por medio de formatos documentados en el artículo.

II. Marco Teórico

El mantenimiento en los vehículos es fundamental teniendo en cuenta que, si se implementan correctamente los mantenimientos, se podrá prolongar la vida útil de cada una de las piezas del vehículo. Estas piezas a observar se podrán identificar mediante supervisiones, reparaciones o pronósticos; informándonos sobre las posibles fallas a presentarse para posteriormente realizar el mantenimiento adecuado y así evitando que se presente el fallo en medio de una operación.

En ingeniería el concepto de mantenimiento está ligado a aquellas acciones necesarias para retener o restaurar una pieza de equipo, máquina o sistema a la condición operativa especificada para lograr su máxima vida útil. Principalmente se basa en desarrollo de conceptos, criterios y técnicas requeridas para el mantenimiento, proporcionando una guía de políticas o criterios para toma de decisiones en la administración y aplicación de programas de mantenimiento (Quintero, 2019)

En el área del mantenimiento automotriz se busca mantener en buenas condiciones los vehículos con el fin de extender su vida útil y reducir sobre costos. Para una empresa que posee una flota de vehículos es de vital importancia que exista un departamento de mantenimiento que se encargue de mejorar las condiciones de funcionamiento y la disponibilidad para satisfacer a los clientes. Para el desarrollo e implementación de un plan de mantenimiento es necesario aplicar conocimientos técnicos, tecnológicos y profesionales para reducir en un menor costo y tiempo posible las actividades de mantenimiento, pero cumpliendo con los índices de productividad, rentabilidad y seguridad (Gómez, 2021)

El mantenimiento preventivo, es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene, aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema (Vasco, 2017)

Para desarrollar el plan de mantenimiento de esta empresa, se debe conocer cuál es la metodología de fallas que se presentan en los vehículos, también se debe conocer la gravedad del fallo y la frecuencia con la que se va a presentar, por esta razón se debe trabajar con la metodología (AMFE) para analizar y determinar el nivel de riesgo en el que se pueda encontrar la pieza.

El análisis de modo de falla y efecto es una evaluación del grado de criticidad del riesgo, la cual es utilizada para la aplicación y planeación de un mantenimiento basado en confiabilidad; por medio de la jerarquización que se realiza para los grados de riesgo se puede entender el funcionamiento y la manera en que se puede llegar a presentar la falla de cada uno de los equipos que componen la empresa. A través de las tareas de mantenimiento recomendadas por el AMFE permiten diseñar una estrategia adecuada para la aplicación del mantenimiento en los posibles riesgos que puede tener cada equipo de trabajo que fueron evaluados con anticipación para lograr identificar el impacto que puede tener el plan de mantenimiento en el riesgo de la instalación. Se debe tener en cuenta que para determinar el nivel de riesgo se realizara una ponderación de los valores en la respectiva tabla donde se evidenciara la formula con la que se calificara la frecuencia de ocurrencia del modo de falla por sus consecuencias; y de igual manera se debe cerciorar de que el plan de mantenimiento es puesto en marcha en los equipos que pueden

presentar mayor riesgo para el usuario durante el funcionamiento, el medio ambiente o en alguna instalación.(José R. et al., 2010)

III. Objetivo del plan de mantenimiento

El propósito del plan de mantenimiento preventivo es prolongar la vida útil de los vehículos de la empresa Palmeras del Puerto S.A.S, así mismo se espera mejorar la calidad del servicio prestado por Palmeras y a su vez se espera reducir costos por mantenimientos correctivos.

IV. Alcance

Con el plan de mantenimiento preventivo se tiene como objetivo buscar el mejor desempeño de la flota vehicular de la empresa Palmeras del Puerto S.A.S, garantizando un servicio de calidad y seguridad satisfaciendo de este modo a los clientes en general.

V. Responsables y función

Jefe de departamento de operaciones.

Responsabilidad

- Dar seguimiento al servicio de mantenimiento preventivo al parque automotor.
- Verificar que el mantenimiento preventivo cumpla con los requisitos de calidad. 76 81
- Asegurarse del cumplimiento de las normatividades.

Operario de mantenimiento.

Responsabilidad

- Dar seguimiento al servicio de mantenimiento preventivo al parque automotor.
- Comunicar los avances del mantenimiento.
- Verificar que el mantenimiento preventivo cumpla con los requisitos de calidad.

VI. Política de Calidad.

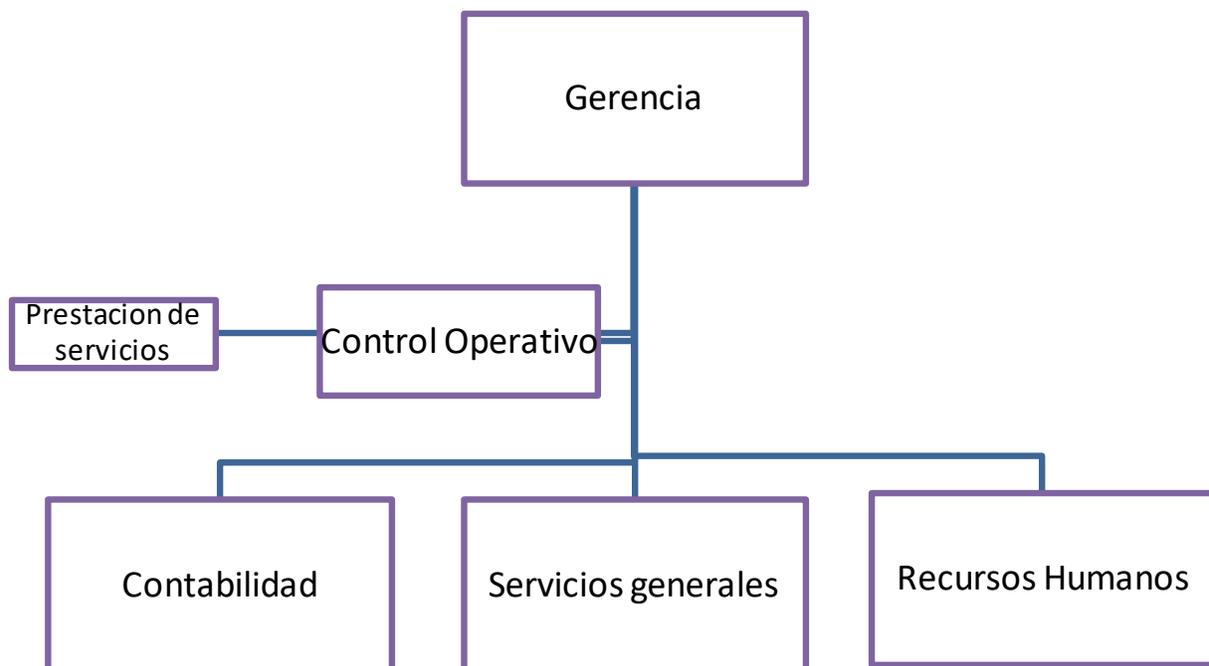
Palmeras del puerto S.A.S es una empresa constituida el y se dedica a la prestación del servicio de transporte especial de pasajeros en el municipio de Puerto López, Meta. Se destaca por prestar un servicio de excelencia y compromiso, dándole de esta manera el aval para contratar con empresas agroindustriales del sector como (Rio Paila, Bioenergy, Hupecol, Ecopetrol) y a su vez presta un el servicio en todo el territorio nacional. La calidad del personal con que cuenta la empresa le permite competir de la mejor manera para que el servicio brindado contribuya al mejor desarrollo de la región, la satisfacción del cliente y el progreso continuo de nuestra empresa.

VII. Visión

En el año 2025, Palmeras del Puerto S.A.S. continuará siendo una empresa líder en el mercado, comprometida con la calidad, Medio ambiente y seguridad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes la seguridad de los trabajadores y la responsabilidad social empresarial, generando rentabilidad y beneficios a inversionistas, proveedores y comunidad en general.

VIII. Misión

En el año 2025, Palmeras del Puerto S.A.S. continuará siendo una empresa líder en el mercado, comprometida con la calidad, Medio ambiente y seguridad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes la seguridad de los trabajadores y la responsabilidad social empresarial, generando rentabilidad y beneficios a inversionistas, proveedores y comunidad en general.

IX Estructura Organizacional

X. Glosario

Falla: Defecto material que se presenta en una pieza debido al desgaste producido por el tiempo de uso, deteriorando la pieza y reduciendo su tiempo de vida útil considerablemente.

Reparación: Restauración o arreglo que se le realiza a una pieza u objetivo que presenta fallas o se encuentra en un mal estado.

Mantenimiento preventivo: mantenimiento que se le realiza a una pieza u objeto que está presentando fallas las cuales pueden pasar a un mayor nivel y terminar por dañar la pieza en su totalidad. Este mantenimiento se hace con el fin de prolongar la vida útil de las piezas

AMFE: El análisis nodal de modos fallas y efectos es una herramienta que permite identificar el tipo de falla que se presenta en la organización, así como también da claridad de la frecuencia con que se presentan los fallos y la gravedad de los mismos.

Mantenimiento Correctivo: El mantenimiento preventivo consiste en la restauración de una pieza la cual presentó un fallo, este mantenimiento se lleva a cabo única y exclusivamente luego de que se presente la falla y realiza con el fin de corregir el error para normalizar el proceso.

Mantenimiento Predictivo. Es el que permite identificar el estado y operatividad de la maquinaria, con el fin de conocer unas variables para la aplicación de un mantenimiento correctivo, con el fin de prolongar la vida útil de la máquina. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos (GrupoWork, 2016).