

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA OPTIMIZAR EL
RENDIMIENTO KILOMÉTRICO DE LLANTAS DE UNA FLOTA DE CARGA
PESADA**

**DANIEL SUAREZ
DANILO PINILLA
SEBASTIAN BUITRAGO**

**UNIVERSIDAD ECCI
POSGRADOS
GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BOGOTÁ, D.C.
2016**

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA OPTIMIZAR EL
RENDIMIENTO KILOMÉTRICO DE LLANTAS DE UNA FLOTA DE CARGA
PESADA**

**DANIEL SUAREZ
DANILO PINILLA
SEBASTIAN BUITRAGO**

**INGENIERO MIGUEL ANGEL URIÁN
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
DOCENTE**

**UNIVERSIDAD ECCI
POSGRADOS
GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BOGOTÁ, D.C.
2016**

TABLA DE CONTENIDO

1. Título de la Investigación	6
2. Problema de investigación.....	7
2.1. Descripción del problema	7
2.2. Formulación del problema	8
3. Objetivos de la investigación.....	9
3.1. Objetivo general.....	9
3.2. Objetivos específicos	9
4. Justificación y delimitación de la investigación	10
4.1. Justificación	10
4.2. Delimitación.....	10
4.3. Limitación	10
5. Marco de referencia de la investigación	12
5.1. Marco teórico	12
5.2. Estado del arte.....	26
5.2.1 Referencias nacionales	27
5.2.2 Referencias internacionales	30
5.3. Marco legal	34
5.4. Marco histórico	36
6. Tipo de investigación	38
7. Diseño metodológico.....	39
7.1 Recolección de la información	39
7.2 Análisis de la información.....	44
7.3 Propuesta de solución	45
7.4 Impactos esperados.....	49
8. Fuentes para la obtención de información	53
8.1. Fuentes primarias	53
8.2. Fuentes secundarias	53
10. Talento humano	55
11. Conclusiones.....	55
12. Bibliografía.....	56

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1 Lectura de la cara lateral del Neumático	22
Ilustración 2 Llanta Delantera.	41
Ilustración 3 Llanta Trasera.	42
Ilustración 4 Plan de Mantenimiento Llantas Delanteras	46
Ilustración 5 Plan Mantenimiento Llantas Traseras	47
Ilustración 6 Promedio Rendimiento Kilométrico Eje Delantero	50
Ilustración 7 Promedio Rendimiento Kilométrico Eje Trasero	51
Ilustración 8 Ahorro Anual – Costos de Mantenimiento Llantas.....	52
Ilustración 9 Retorno De Inversión	54

Lista de Tablas

Tabla 1 Índice de carga del neumático	24
Tabla 2 Clasificación de la velocidad de un Neumático	24

1. Título de la Investigación

Propuesta de un plan de mantenimiento para optimizar el rendimiento kilométrico de llantas de una flota de carga pesada.

2. Problema de investigación

2.1. Descripción del problema

En Colombia, la industria de transporte de carga pesada tiene un rol fundamental en el desarrollo y crecimiento del país, debido a que el 85% de la carga se transporta por las principales vías nacionales. Por ello hoy en día las flotas se enfocan en la planeación de un mantenimiento que permita obtener la mayor disponibilidad del parque automotor, reducir costos operativos y mejorar su rentabilidad.

Algunas vías principales de Colombia se encuentran en deterioro debido a la falta de mantenimiento y los materiales utilizados en su construcción, incrementando así los costos de mantenimiento de las flotas, disminuyendo la confiabilidad de los equipos y reduciendo la vida útil de los mismos. Uno de los sistemas que se ve altamente afectado con la situación descrita son las ruedas de los vehículos, ya que presentan desgaste irregular lo que conlleva a que las flotas tengan que implementar un plan de mantenimiento basado en la condición y seguimiento de las llantas para obtener un rendimiento kilométrico óptimo.

La problemática evidenciada de lo anterior descrito son los altos costos de mantenimiento y el bajo rendimiento kilométrico de las llantas de una flota de vehículos de carga pesada que opera en las principales vías nacionales transportando contenedores de 40 toneladas. Además de ello se observa una falencia en la planeación de mantenimiento que afecta directamente en la disponibilidad de los vehículos para realizar recorridos, la vida útil de la llanta y el bajo índice de reencauche de la misma.

2.2. Formulación del problema

Debido al estado de las vías principales descrito anteriormente, ¿Qué tipo de mantenimiento se debe implementar para optimizar el rendimiento kilométrico de las llantas para una flota de carga pesada?

3. Objetivos de la investigación

3.1. Objetivo general

Establecer la metodología de mantenimiento adecuada para optimizar la operación de la flota de transporte de carga pesada en Colombia.

3.2. Objetivos específicos

1. Reconocer las falencias que presentan actualmente los planes de mantenimiento aplicado en la flota de carga pesada.
2. Identificar y definir la metodología de mantenimiento adecuada, para diseñar el plan de mantenimiento.
3. Calcular el nuevo costo por kilómetro de las llantas y dar conocer el ahorro con la implementación de plan de mantenimiento.

4. Justificación y delimitación de la investigación

4.1. Justificación

La optimización de los planes de mantenimiento son fundamentales para prolongar la vida útil de los equipos y tener una retribución económica mayor debido a que la implementación de una metodología adecuada para las ruedas de la flota que transitan por la infraestructura vial de Colombia permite disminuir los costos operativos, brindando así una mayor disponibilidad y confiabilidad para un mejor rendimiento de la operación que realiza la flota.

La implementación de un mantenimiento óptimo en la flota permite que aumente la calidad de su servicio, generando una mayor demanda de este permitiéndole a la compañía generar valor para el cliente y así poder aumentar el precio de su servicio.

La importancia de un sistema adecuado de mantenimiento, radica también en la seguridad de la carga transportada por la flota, la seguridad de los vehículos y la plena satisfacción de los clientes.

4.2. Delimitación

El desarrollo del proyecto presentado, se realiza a la flota de vehículos de transporte de carga pesada en Colombia que opera trasladando contenedores en las principales vías del país, en un periodo de tiempo del mes de septiembre al mes de octubre del año 2016.

4.3. Limitación

El proyecto presentado anteriormente se encuentra limitado por varios factores entre estos encontramos: la falta de presupuesto, tiempo y la falta de autorización por parte de la empresa para realizar pruebas.

La investigación quiere definir las ventajas económicas que trae la selección e implementación de un plan de mantenimiento y la disminución de la pérdida de llantas de los vehículos de carga y el desgaste de estas. El proyecto brinda a la flota disminuir las paradas no programadas y obtener un menor costo por kilómetro aumentando la eficiencia.

5. Marco de referencia de la investigación

5.1. Marco teórico

- Mantenimiento:

Asegurar que los activos físicos continúen haciendo lo que sus usuarios quieren que hagan (función).

- Gestión del Mantenimiento:

Todas aquellas actividades de gestión que: determinan los objetivos o prioridades de mantenimiento, las estrategias y las responsabilidades en la gestión. Lo anterior permitirá luego, en el día a día, implementar estas estrategias planificando, programando y controlando la ejecución del mantenimiento para su realización y mejora, teniendo siempre en cuenta aquellos aspectos económicos relevantes para la organización. (Muñoz Abella)

- Tipos de Mantenimiento:

- Mantenimiento correctivo:

Mantenimiento que se efectúa a un equipo, maquinaria, instalación y dispositivos de medición y seguimiento, cuando existe una condición no deseada o avería que afecta su estado operativo habitual.

- Mantenimiento preventivo:

Mantenimiento planeado o programado de las maquinas, instalaciones y dispositivos de medición y seguimiento según intervalos determinados (estadística o condición) cuyo objeto es reducir la probabilidad de avería o perdida de rendimiento de estos.

Es reacondicionar o sustituir a intervalos regulares un equipo o sus componentes, independientemente de su estado en ese momento.

- Mantenimiento predictivo:

Conjunto de actividades de medición, análisis y monitoreo de ciertos parámetros (Velocidad, vibración, ruido, temperatura, corriente, etc.) que según sus resultados indican cuando y como se deberían programar intervenciones en la maquinaria antes de producirse un tipo de fallo.

Inspección de los equipos a intervalos regulares para tomar acciones según condición, con el fin de prevenir fallas o evitar las consecuencias de las mismas. Incluye tanto las inspecciones objetivas (Instrumentos) y subjetivas (con los sentidos). (Muñoz Abella, Universidad Carlos III de Madrid)

- Mantenimiento productivo total:

Este sistema está basado en la concepción japonesa del "Mantenimiento al primer nivel", en la que el propio usuario realiza pequeñas tareas de mantenimiento como: reglaje,

inspección, sustitución de pequeñas cosas, etc., facilitando al jefe de mantenimiento la información necesaria para que luego las otras tareas se puedan hacer mejor y con mayor conocimiento de causa.

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

- Fiabilidad:

La fiabilidad se define como la probabilidad de que un bien funcione adecuadamente durante un período determinado bajo condiciones operativas específicas (por ejemplo, condiciones de presión, temperatura, velocidad, tensión o forma de una onda eléctrica, nivel de vibraciones, etc.)

- Mantenibilidad:

La mantenibilidad es una característica inherente a un elemento, asociada a su capacidad de ser recuperado para el servicio cuando se realiza la tarea de mantenimiento necesaria según se especifica.

- Disponibilidad:

La disponibilidad es la probabilidad de un sistema de estar en funcionamiento o listo para funcionar en el momento o instante que es requerido. Para poder disponer de un sistema en cualquier instante, éste no debe de tener fallos, o bien, en caso de haberlos sufrido,

debe haber sido reparado en un tiempo menor que el máximo permitido para su mantenimiento. (Muñoz Abella, Universidad Carlos III de Madrid)

- Gestión de Flotas:

Es la administración y logística de un conjunto de vehículos de una organización. La gestión de flotas puede incluir una variedad de funciones como financiación, mantenimiento de vehículos, sistemas telemáticos (seguimiento y diagnóstico), gestión de conductores, control del combustible despachado versus combustionado y el seguimiento a la seguridad y la salud de los operadores. La gestión de flotas permite minimizar o eliminar los riesgos asociados con la inversión en vehículos y mejorar su eficiencia y productividad, cumpliendo con la normativa legal.

El máximo responsable de la gestión de flotas es el gestor de flotas, encargado de logística y/o jefe de tráfico, el cual debe desempeñar sus tareas y actividades en función de las directrices de la dirección general de las empresas y otros departamentos. Hoy en día el papel del gestor de flotas ha cobrado una mayor importancia con el renacimiento de la búsqueda y mejora de la eficiencia energética de toda flota.

Según una investigación independiente llevada a cabo por Berg Insign, la cifra de sistemas de gestión de flotas instalados en vehículos comerciales en Europa superará el millón de unidades el próximo año. Aunque el nivel total de uso es todavía bajo, algunos

segmentos, como el transporte por carretera cuenta una tasa de adopción de más del 30% para este tipo de sistemas. (Gestraking, s.f.)

- Tipos de flotas:

En función del uso que se le dé a los vehículos, existen diferentes tipos de flotas:

- De ámbito urbano (autobuses, recogida de residuos, etc.): Suelen corresponder a servicios públicos, con características especificadas en el pliego de condiciones firmado con la administración. Los recorridos realizados y sus frecuencias de paso o las características técnicas de los vehículos de la flota asignada determinarán su uso.

Las operaciones de mantenimiento asociadas a estos vehículos estarán condicionadas por su uso, y puede motivar una reducción de los intervalos genéricos de mantenimiento establecidos por el fabricante. Por ejemplo, la flota para la recogida de residuos tendrá fijado su intervalo de revisiones normalmente en función de las horas de funcionamiento de cada vehículo y no de los kilómetros recorridos.

- De distribución: En la distribución de productos y mercancías en ámbito local y regional se utilizan, según la carga, vehículos tipo furgón e industriales ligeros de hasta 3,5 T. Los recorridos suelen ser urbanos e interurbanos con distancias no muy grandes, por lo que, aunque no se llega al uso intensivo de los vehículos, tampoco hay que descartar una adaptación de los planes de mantenimiento genéricos establecidos por el fabricante.

- De largas distancias: La principal característica del transporte de pasajeros o de mercancías a larga distancia es que los vehículos –autocares y camiones–, además de realizar un recorrido casi exclusivamente de ruta, están en marcha el máximo de tiempo posible, para reducir los tiempos de los servicios contratados. (Prado, 2010)

- Seguimiento de Vehículos:

La función básica de cualquier sistema de gestión de flotas es el seguimiento de vehículos. Este componente se basa normalmente en un sistema GPS, el cuál puede funcionar a través de la tecnología GPRS, sistemas satelitales, de radiofrecuencia y/o la combinación de cualquiera de estas tecnologías. Una vez el sistema determina la ubicación del vehículo, dirección y velocidad, esta información es enviada a la aplicación de gestión de flotas. Como se mencionó los métodos de transmisión de datos incluyen tantos sistemas terrestres, radiofrecuencia como vía satélite.

Las comunicaciones por satélite aunque más costosas, son críticas si se va a realizar el seguimiento de vehículos en entornos remotos donde la señal celular de los operadores móviles no llega o terrenos donde debido su geografía la señal GSM/GPRS no alcanza a enlazar el posicionamiento vehicular en tiempo real.

Existen una infinidad de empresas proveedoras de rastreo satelital vehicular, que dentro de sus sistemas de gestión de flotas y rastreo satelital, manejan soluciones para administrar las flotas de transporte de carga en sus recorridos en tiempo real, tiempos de parada, desvío de rutas, control de geocercas y puntos de interés, alertas de entrada y

salida de zonas previamente configuradas, para evitar sobre velocidades, horarios de llegada y de salida, posición y horario de paradas permitidas y alertas automáticas en las paradas no permitidas, entre otras funciones.

También existen proveedores de gestión de flotas donde inclusive tienen integradas funciones para el control y calidad en la conducción de los chóferes, con la finalidad de disminuir las aceleraciones y frenados bruscos por parte de los conductores, tener un control sobre el tiempo en ralentí, así como para tener una gestión integral en el mantenimiento vehicular de las flotas de los clientes. (Prado, 2010)

- Diagnóstico mecánico:

Es otra de las estupendas funcionalidades donde los sistemas más avanzados de gestión de flotas se conectan con el ordenador de a bordo del vehículo y recogen toda la información sobre los kilómetros y el consumo de combustible en un sistema de estadística global.

- El software de gestión de flotas:

Nos facilita la administración y el control de las flotas a cualquier nivel, tanto en localización como en la gestión de su estado y mantenimiento. Este proceso va acompañado de todas las fases del ciclo de vida de un vehículo.

El software permite crear perfiles de conductores o vehículos. Además de controlar la eficiencia del sistema ofrece funcionalidades como:

- Limitación de áreas
- Parada del vehículo a distancia

Dependiendo del tipo de software instalado en las flotas, toda la información referente al estado de los vehículos quedará guardada en una determinada web. Todos los vehículos que dispongan de un terminal que lo permita, los conductores de los vehículos podrán recibir mensajes del gestor de flotas.

La gestión de embarcaciones la cual hace referencia la gestión de flotas cuando se encuentran navegando dispone de un mantenimiento y control del estado de la embarcación donde suele realizarse por una empresa externa para que de esta forma el propietario solo se encargue de la carga.

Su seguridad y control de flotas se realiza mediante un sistema inalámbrico instalado en los vehículos, de tal manera que nos ofrece un control y seguridad del vehículo bien este parado o en movimiento. (Gestraking, s.f.)

- Neumático (Llanta):

El neumático, también denominado cubierta, goma o llanta en América, es una pieza fabricada con un compuesto basado en el caucho que se coloca en la rueda de un vehículo para conferirle adherencia, estabilidad y confort. Constituye el único punto de contacto del vehículo con el suelo y, por tanto, del neumático depende en buena medida el

comportamiento dinámico del vehículo: es decir, cómo se mueve el vehículo sobre el terreno.

Del neumático depende, también en buena parte, que la rueda pueda realizar sus funciones principales: tracción, dirección, amortiguación de golpes, estabilidad, soporte de la carga... Pero para que eso sea posible, el estado del neumático debe ser correcto, sin cortes, grietas o deformaciones, y su presión de inflado debe ser la adecuada.

Una de las características básicas del neumático es la elasticidad, que es la responsable de que el neumático pueda soportar los enormes esfuerzos que le exige nuestra conducción diaria. También la durabilidad, que garantice que el neumático será capaz de realizar sus funciones durante una dilatada vida útil. Además, su agarre debe ser correcto sobre seco y sobre mojado. (Circula Seguro , s.f.)

- Tipos de Neumático:

Por su construcción existen tres tipos de neumáticos:

- Diagonales: en su construcción las distintas capas de material se colocan de forma diagonal, unas sobre otras.
- Radiales o con radios: en esta construcción las capas de material se colocan unas sobre otras en línea recta, sin sesgo. Este sistema permite dotar de mayor estabilidad y resistencia a la cubierta.
- Auto portante: en esta construcción las capas de material se colocan unas sobre otras en línea recta, sin sesgo, también en los flancos. Este sistema permite dotar de mayor resistencia a la cubierta aunque es menos confortable por ser más rígida, se usa en vehículos deportivos y tiene la ventaja de poder rodar sin presión de aire a una velocidad limitada, sin perder su forma.

Igualmente y según su uso de cámara tenemos:

- Neumáticos tubetype (TT): aquellos que usan cámara y una llanta específica para ello. No pueden montarse sin cámara. Se usan en algunos 4x4, motocicletas, y vehículos agrícolas.
- Neumáticos tubeless (TL) o sin cámara: estos neumáticos no emplean cámara. Para evitar la pérdida de aire tienen una parte en el interior del neumático llamada talón que, como tiene unos aros de acero en su interior, evitan que se salga de la llanta. La llanta debe ser específica para estos neumáticos. Se emplea prácticamente en todos los vehículos.
- Ruedas semi-neumáticas y no-neumáticas: son neumáticos solo de goma (semi neumáticos y no neumáticos), se usan en vehículos pequeños como diablos, carretillas, trollys o coches de pedales. Otros nombres son rueda semi-neumática de caucho y rueda neumática semi.

(Wikipedia, 2016)

- Cómo leer la información consignada en el lateral de la llanta:

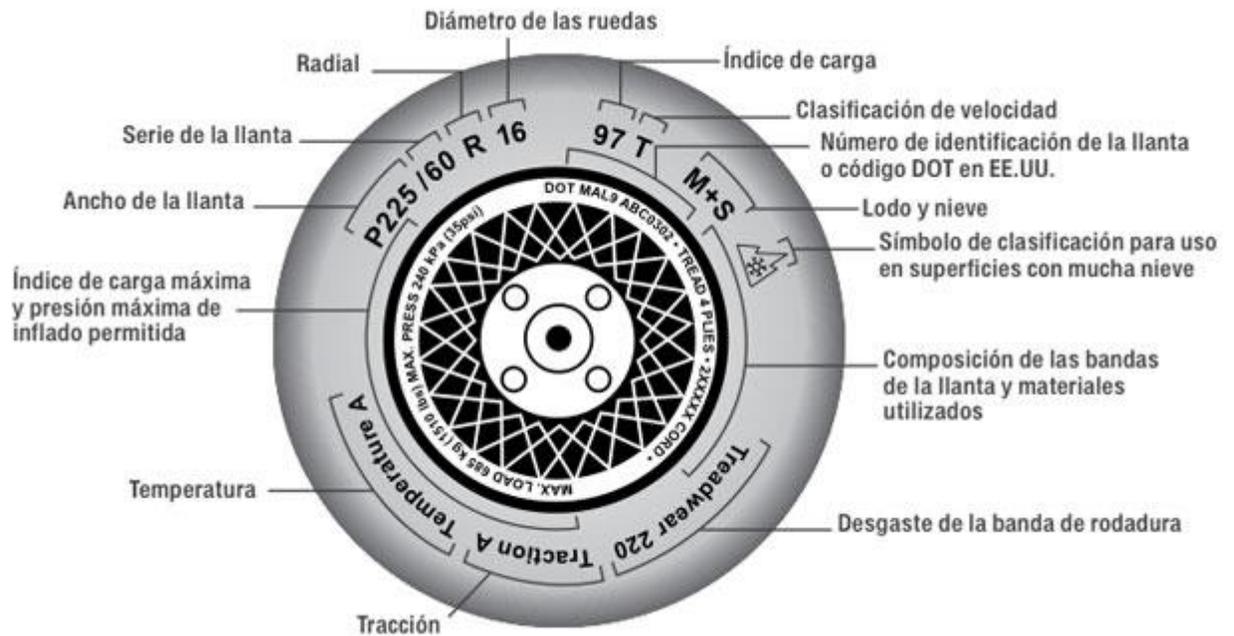


Ilustración 1 Lectura de la cara lateral del Neumático
 Fuente. Presuel. Venta de Llantas. (2016)

- Ancho de la llanta

El número de tres dígitos hace referencia al ancho total de la llanta en milímetros. Una llanta más ancha generalmente tendrá más agarre que una más delgada.

- Diámetro de las ruedas

El número indica que esta llanta se ajusta a una rueda de un diámetro de 16 pulgadas. Número de identificación de la llanta o código DOT en EE.UU. DOT significa que la llanta cumple con las normas de seguridad de llantas del Departamento de Transporte de Estados Unidos y cuenta con aprobación para su uso en carreteras. Los dos dígitos especificados a continuación de DOT representan el código del fabricante de la llanta y de la planta. El tercer y cuarto carácter denota el tamaño de la llanta. El quinto, sexto, séptimo y octavo carácter identifican la marca y otras características

importantes de la llanta. El noveno y décimo carácter indican la semana en que se fabricó la llanta. Los últimos números indican el año en que se fabricó la llanta.

(PRESUEL, s.f.)

- Serie de la llanta

La serie de la llanta establece la relación entre el alto y el ancho de sección. En este ejemplo, el alto es de aproximadamente el 60% del ancho de la llanta.

- Radial

La letra "R" indica una disposición radial de las bandas de rodamiento. Las bandas de rodamiento se extienden de borde a borde de la llanta para ofrecer resistencia, estabilidad, flexibilidad y comodidad de manejo. Índice de carga máxima y presión máxima de inflado permitida Los valores máximos de carga e inflado representan la carga máxima que se puede transportar y la presión máxima necesaria para el transporte de esa carga.

Composición de las bandas de la llanta y materiales utilizados Las inscripciones laterales también brindan información sobre el tipo de cuerda y la cantidad de bandas en el lateral y debajo de la banda de rodadura de la llanta. (PRESUEL, s.f.)

- Índice de carga

El índice de carga puede variar entre 0 y 279 e indica la cantidad de peso certificada que puede transportar la llanta con la presión máxima de inflado. Nunca compre una llanta con un índice de carga inferior al de las llantas originales de su vehículo. Para determinar la capacidad de carga de su llanta, consulte el cuadro de índices de carga que se muestra a continuación en la tabla 1:

Tabla 1 Índice de carga del neumático

Índice de carga	Carga máxima (en libras)
74	827
75	853
76	882
77	908
78	937
79	963
80	992
81	1019
82	1047
83	1074
84	1102
85	1135
86	1168
87	1201
88	1235
89	1279
90	1323
91	1356

Fuente. Presuel. (2016) Venta de Llantas.

- Clasificación de velocidad*

La clasificación de velocidad establece la velocidad máxima a la que se puede utilizar la llanta. Las clasificaciones de velocidad varían entre N (más baja) y Z (más alta), con una excepción: la clasificación H que se encuentra entre U y V. Para mantener la capacidad de velocidad del vehículo, use llantas de reemplazo con una clasificación de velocidad igual o superior a la que poseen las llantas originales.

* No se recomienda ni se aprueba que se supere el límite de velocidad permitido por la ley.

Tabla 2 Clasificación de la velocidad de un Neumático

Clasificación de velocidad	Velocidad Máxima
N	87 mph / 140 km/h
P	94 mph / 150 km/h
Q	100 mph / 160 km/h
R	106 mph / 170 km/h

S	112 mph / 180 km/h
T	118 mph / 190 km/h
U	124 mph / 200 km/h
H	130 mph / 210 km/h
V	149 mph / 240 km/h
W	168 mph / 270 km/h
Y	186 mph / 300 km/h
(Y)	Más de 186 mph / 300 km/h

Nota: No se recomienda ni se aprueba que se supere el límite de velocidad permitido por la ley.

Fuente. Presuel. (2016) Venta de Llantas.

- Lodo y nieve

Las letras M y S indican que esta llanta cumple con las normas de la Rubber Manufacturers Association (Asociación de fabricantes de neumáticos) relativas a llantas para lodo y nieve. Se pueden identificar las siguientes combinaciones: M+S, M/S y M&S.

- Símbolo de clasificación para uso en superficies con mucha nieve

Esta inscripción aparece en las llantas para invierno con clasificación de rendimiento en superficies con gran cantidad de nieve.

- Desgaste de la banda de rodadura

100 es el valor estándar que establece el gobierno para la vida útil de la banda de rodadura de la llanta. Una denominación de 200 supone una vida útil del 200%. Por el contrario, una denominación de 50 indica una banda de rodadura con una vida útil del 50%.

(PRESUEL, s.f.)

- Tracción

A las llantas se les realizan pruebas de frenado sobre superficies mojadas de concreto y asfalto. Las clasificaciones de tracción se determinan en función de los coeficientes de

tracción que calcula el gobierno a partir del uso de llantas de control. Las clasificaciones de tracción varían entre AA, A, B y C, donde AA es el grado más elevado.

- **Temperatura**

El transporte de cargas pesadas, la falta de inflado y manejar a altas velocidades son factores que pueden elevar la temperatura de la llanta significativamente. La clasificación de temperatura A significa que la llanta resiste sin problemas la generación de calor; en la clasificación B la resistencia es menor y en la clasificación C la existencia no alcanza el mínimo de seguridad establecido.

- **Consejos**

Nunca elija una llanta de un tamaño menor que el de las originales del vehículo.

Si le interesa adquirir llantas de un tamaño diferente de las originales del vehículo, o si necesita cambiarla, comuníquese con un distribuidor autorizado de llantas Maxxis® en su zona. (PRESUEL, s.f.)

5.2. Estado del arte

En la realización del estado del arte del proyecto en ejecución, se realizó la consulta de tesis, páginas web e investigaciones relacionadas principalmente con la administración de mantenimiento en flotas de activos de una empresa; para determinar, identificar y proponer específicamente el plan de mantenimiento, también se realizaron búsquedas en la biblioteca de la universidad ECCI, en la web relacionando el territorio nacional y el territorio internacional.

5.2.1 Referencias nacionales

En el año 2011 el Ingeniero Manuel Peralta desarrollo la monografía sobre un modelo gerencial de mantenimiento para flotas de transporte pesado, donde nos explica que el programa de mantenimiento preventivo deberá incluir procedimientos detallados que deben ser completados en cada inspección o ciclo. Que existen varias formas para realizar estos procedimientos en las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo y los procedimientos permiten insertar detalles de liberación de maquina o equipo, trabajo por hacer, diagramas a utilizar, planos de la máquina, ruta de lubricación, ajustes, calibración, arranque y prueba, reporte de condiciones, carta de condiciones, manual del fabricante, recomendaciones del fabricante, observaciones, etc.

Adicionalmente, relacionar los procedimientos a la orden de trabajo y los reportes maestros individuales de mantenimiento preventivo. De ser posible utilizar o diseñar procedimientos para la orden de trabajo correctivo, o rutinario. En algunos casos se colocan los procedimientos en un lugar específico en la máquina, esto nos aporta en nuestro proyecto de grado, debido a que se puede diseñar una hoja de inspeccion para los vehículos de la flota para que sea diligenciada en cada recorrido a realizar.(Peralta Ruiz, 2011)

En el año 2011 el Ingeniero Henry Cano desarrollo la monografía sobre un modelo gerencial de mantenimiento para la flota de tractocamiones Tractocarga Ltda. Donde recomienda establecer y documentar el instructivo que asegure la correcta

ejecución de las actividades referentes a los desmontes, montajes, reparaciones y rotaciones de llantas de forma que se permita el normal funcionamiento de los vehículos y semirremolques que requieren el servicio, a fin de corregir o prevenir fallas.

Menciona también que los gestores de flota y el área de montallantas son los responsables por la elaboración, implementación y continuo seguimiento del proceso de cambio de llantas, Lo mencionado anteriormente nos aporta bastante al proyecto, debido que al tratarse del único medio de contacto con el terreno, las actividades relacionadas con las llantas se constituyen en uno de los elementos que más cuidado, revisión y seguimiento deben tener ya que de ellas depende la integridad del operador y de la carga, por estas y otras razones en muchas empresas de transporte se contratan personas dedicadas únicamente a esta labor, además de implementar software específicos para su administración. (Cano Moreno, 2011)

En el año 2009 los estudiantes de ingeniería industrial Manuela Bejarano y Fabián Basabe desarrollaron la tesis Estudio del impacto generado sobre la cadena de valor a partir del diseño de una propuesta para la gestión del mantenimiento preventivo en la cantera salitre blanco de Aguilar construcciones s.a., donde nos fomentan que a partir del mantenimiento preventivo se dividen los siguientes programas:

1. Programas de visitas. Guías que permiten conocer que lugares visitar en que fechas y con qué frecuencia. Existen programas de largo y de corto plazo. Los programas de largo plazo son el resultado de la planeación del mantenimiento. Incluirá todas las actividades que se han de realizar a un año además de las políticas de mantenimiento que de seguirán. Los programas de corto plazo, son desarrollados por el supervisor del área y sirven como apoyo a los de largo plazo. La idea es diseñar un plan más focalizado en cada área que supla las necesidades específicas de cada máquina.

2. Programas de inspecciones, pruebas y rutinas. Hojas de chequeo que permiten identificar las partes de la maquinaria a inspeccionar y de acuerdo a unos criterios se califica como adecuado o inadecuado el funcionamiento de cada una de ellas. Los criterios deben ir por escrito y deben ser los suficientemente claros como para que inspector pueda discernir al respecto.

3. Programas de reconstrucción. Hacen referencia a la programación de los cambios periódicos que deben hacerse a las máquinas de alguna de sus partes, la cual es causada por el desgaste de uso, indican quien la debe realizar, en que fechas y la duración del mismo.

Los tres programas mencionado anteriormente nos son de gran ayuda en el proyecto debido a que gracias a los mismos podemos tener un seguimiento

bastante actualizado de la flota de vehículos en sus recorridos respectivos.(Basabe Diaz & Bejarano Garcia, 2009)

5.2.2 Referencias internacionales

El Director General de Profesionales en Transporte en la publicación de un artículo en el año 2014, nos comunica que las características de las cadenas logísticas hoy día son muy claras; deben ser visibles, veloces, flexibles, constantes, confiables y una vez que alcanzan este nivel, automáticamente se vuelven rentables. Con base en ello podemos relacionarlas a la operación del transporte, parte protagonista e indispensable de estas cadenas.

El transporte es parte fundamental en los tres indicadores de desempeño clave que miden este tipo de cadenas: fill rate, niveles óptimos de inventario y costos logísticos, por lo que su participación debe tener voz, voto y desarrollo en los esquemas de colaboración en que se están moviendo las cadenas mexicanas y globales. Teniendo en cuenta los tips del artículo leído, podemos sacar provecho a nuestro proyecto, debido a que son recomendaciones bastante utiles para aplicarlas en el diseñor del plan de mantenimiento preventivo. (Canseco Talavera, 2014)

En el 2012 el Señor Oscar Bisetti nos informa sobre un sistema integral para Control y Administración de flotas (Vehículo Soft Logistc), que fomenta administrar los mantenimientos de una flotilla de forma automática, explica que se debe llevar un histórico de costos detallados por vehículo, y compararlo contra el

valor de la depreciación para poder determinar si es o no necesario actualizar la flotilla, y nos deja algunas recomendaciones útiles para nuestro proyecto, a continuación se listan:

- Administrar eficientemente la función de mantenimiento de Vehículos
- Creación de tareas personalizada, por tiempos o tipo de medidor variable,
- Generación de paquetes de mantenimiento
- Control de mantenimientos externos e internos
- Orden de servicio programable
- Orden de servicio libre
- Orden de servicio Correctiva
- Disminución de los costos de mantenimiento
- Seguimiento de los servicios programados
- Control de tiempos en actividades de órdenes de servicio
- Costos de Mantenimiento
- Históricos de consumo
- Histórico de mantenimiento

(BIsetti, 2012)

Según Álvarez en su trabajo final de Máster, la implementación de un software permite llevar un mantenimiento de todas las tareas que hay que realizar a los camiones de una flota, así como por ejemplo, los permisos, seguros entre otros.

Controla las horas, Kilómetros y días entre las distintas revisiones, genera órdenes de trabajo para el taller y permite su posterior facturación, además descuenta del almacén los artículos consumidos en las órdenes de trabajo.

También lleva un control exhaustivo de todas las reparaciones realizadas a los vehículos. Si en alguna de las reparaciones seleccionamos artículos de alguno de nuestros almacenes, estos artículos serán descontados de dichos almacenes.

Gestión de ruedas. Permite un control de las ruedas de los camiones, pudiendo saber en cada momento que ruedas lleva cada camión, donde están colocadas, la fecha de colocación, las diferencia por tipo (dirección o tracción), marca, modelo, medida, etc. Todo lo mencionado anteriormente nos enfoca en el proyecto a que se debe contemplar la implementación de un software de mantenimiento para tener total control de la flota en los diferentes aspectos de mantenimiento, en nuestro caso en la parte de llantas. (Alvarez Marin)

El ingeniero español Martin Cobos, nos aclara que una falta de mantenimiento prolongada en el tiempo provoca averías en los vehículos, lo que se traduce en la no disponibilidad del vehículo hasta que se repare dicha avería y en un coste adicional para la empresa. La mayoría de las veces la avería no se concentrará en una sola pieza, sino que la pieza afectada hará que las que están a su alrededor también sufran, por lo que el número de piezas a reparar se verá incrementado. En el peor de los casos habrá incluso que sustituir el vehículo por otro.

Para llevar a cabo las operaciones de mantenimiento es necesario definir:

- Métodos y organización de las operaciones de mantenimiento
- Recursos humanos necesarios
- Recursos materiales necesarios

El tamaño de la flota, el servicio al que se dedique nuestra empresa, así como otros factores determinan la organización del mantenimiento. Dependiendo de los recursos con los que cuente nuestra empresa, y de la partida económica que se pueda destinar al mantenimiento, puede haber dos tipos de mantenimiento, uno que se realice dentro del propio taller y otro en el que esas operaciones se encarguen fuera, a un taller externo. Gracias a la información consultada en esta monografía, se puede establecer un plan de mantenimiento más detallado, debido a que no se espera que un vehículo de la flota se vaya hasta la falla, sino que se pueda controlar el mantenimiento preventivo y se asegure la disponibilidad del mismo. (Cobos Macarena)

Según Francisco Prado se recomienda para la buena gestión de flotas, el mantenimiento preventivo, intentando evitar el correctivo, muy especialmente en las flotas, por las repercusiones negativas económicas, organizativas y de imagen que conlleva en el desarrollo de su actividad. En los programas de mantenimiento, se especifica el conjunto de intervenciones periódicas destinadas a sustituir cada

cierto tiempo materiales y/o piezas de los órganos funcionales de un vehículo, para dejarlo en perfecto estado de uso. Cada fabricante tiene su propio sistema que determina los intervalos de servicio; se pueden basar en tablas de kilómetros o tiempos o bien en la utilización del vehículo. Los sistemas basados en el uso del vehículo tienen inicialmente establecidos unos intervalos de mantenimiento, que pueden acortarse según parámetros de funcionamiento del motor: revoluciones, temperatura del aceite motor, etc. También se tienen en cuenta los períodos de inmovilización del vehículo. Si las condiciones de su utilización son extremas, se deben acortar los intervalos de mantenimiento. Actualmente, la mayoría de los fabricantes diseñan el cuadro de instrumentos del vehículo con indicadores de aviso de cuándo se debe realizar el próximo servicio de mantenimiento. Esta información es de gran ayuda debido a que en el diseño del plan de mantenimiento podemos incluir parámetros de frecuencia de los mantenimientos de llantas, que nos contribuirán en la minimización de costos y toda la logística. (Prado, 2010)

5.3. Marco legal

ARTÍCULO 28. CONDICIONES TÉCNICO-MECÁNICA, DE GASES Y DE OPERACIÓN. Modificado por el art. 8, Ley 1383 de 2010. Para que un vehículo pueda transitar por el territorio nacional, debe garantizar como mínimo el perfecto funcionamiento de frenos, del sistema de dirección, del sistema de suspensión, del sistema de señales visuales y audibles permitidas y del sistema de escape de gases; y demostrar un estado adecuado de llantas, del conjunto de vidrios de seguridad y

de los espejos y cumplir con las normas de emisión de gases que establezcan las autoridades ambientales. (Transporte, 2002)

Artículo 18. Aspectos a evaluar. El Centro de Diagnóstico Automotor Habilitado deberá realizar las revisiones técnico-mecánica y de gases de acuerdo con las pruebas establecidas en la END 37 y en la Norma Técnica Colombiana NTC 5365 o las que las modifiquen o sustituyan, verificando como mínimo los siguientes aspectos del vehículo:

1. El adecuado estado de la carrocería.
2. Niveles de emisión de gases y elementos contaminantes acordes con la legislación vigente sobre la materia.
3. El buen funcionamiento del sistema mecánico.
4. Funcionamiento adecuado del sistema eléctrico y del conjunto óptico.
5. Eficiencia del sistema de combustión interno.
6. Elementos de seguridad.
7. Buen estado del sistema de frenos constatando, especialmente, en el caso en que este opere con aire, que no emita señales acústicas por encima de los niveles permitidos.
8. Las llantas del vehículo.
9. Del funcionamiento de la salida de emergencia.
10. Del buen funcionamiento de los dispositivos utilizados para el cobro en la prestación del servicio público.
11. Sistema de dirección y suspensión.

12. Adecuado estado del conjunto de vidrios de seguridad y de los espejos.
13. Buen funcionamiento del sistema de señales visuales y audibles permitidas.
14. Los dispositivos y exigencias especiales establecidas por norma para determinados automotores. (Transporte M. D., 2005)

5.4. Marco histórico

La palabra mantenimiento se emplea para designar las técnicas utilizadas para asegurar el correcto y continuo uso de equipos, maquinaria, instalaciones y servicios. Para los hombres primitivos, el hecho de afilar herramientas y armas, coser y remendar las pieles de las tiendas y vestidos, cuidar la estanqueidad de sus piraguas, etc. Durante la revolución industrial el mantenimiento era correctivo (de urgencia), los accidentes y pérdidas que ocasionaron las primeras calderas y la apremiante intervención de las aseguradoras exigiendo mayores y mejores cuidados, proporcionaron la aparición de talleres mecánicos. A partir de 1925, se hace patente en la industria americana la necesidad de organizar el mantenimiento con una base científica. Se empieza a pensar en la conveniencia de reparar antes de que se produzca el desgaste o la rotura, para evitar interrupciones en el proceso productivo, con lo que surge el concepto del mantenimiento Preventivo. A partir de los años sesenta, con el desarrollo de las industrias electrónica, espacial y aeronáutica, aparece en el mundo anglosajón el mantenimiento Predictivo, por el cual la intervención no depende ya del tiempo de funcionamiento sino del estado o condición efectiva del equipo o sus elementos y de la fiabilidad determinada del

sistema. Actualmente el mantenimiento afronta lo que se podría denominar como su tercera generación, con la disponibilidad de equipos electrónicos de inspección y de control, sumamente fiables, para conocer el estado real de los equipos mediante mediciones periódicas o continuas de determinados parámetros: vibraciones, ruidos, temperaturas, análisis fisicoquímicos, tecnografía, ultrasonidos, endoscopia, etc., y la aplicación al mantenimiento de sistemas de información basados en ordenadores que permiten la acumulación de experiencia empírica y el desarrollo de los sistemas de tratamiento de datos. Este desarrollo, conducirá en un futuro al mantenimiento a la utilización de los sistemas expertos y a la inteligencia artificial, con amplio campo de actuación en el diagnóstico de averías y en facilitar las actuaciones de mantenimiento en condiciones difíciles. Por otra parte, existen cambios en las políticas de mantenimiento marcados por la legislación sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo y por las presiones de Medio Ambiente, como dispositivos depuradores, plantas de extracción, elementos para la limitación y atenuación de ruidos y equipos de detección, control y alarma. Se vaticina que los costes de mantenimiento sufrirán un incremento progresivo, esto induce a la fabricación de productos más fiables y de fácil mantenimiento. (Muñoz Abella, Universidad Carlos III de Madrid)

6. Tipo de investigación

Estudio de caso:

Se estudia el plan de mantenimiento de una flota de vehículos de carga pesada que operan por las principales vías del país suministrando mercancía almacenada en contenedores.

Explicativas:

Se analizara el plan de mantenimiento, enfocado directamente en las fallas que se presentan en las llantas y su rendimiento en kilómetros.

7. Diseño metodológico

Se realiza la propuesta del plan de mantenimiento para una flota de carga pesada de 200 tractomulas que transporta contenedores por las principales vías de Colombia. Para ello, se analiza la información actual de la flota para establecer rendimientos actuales de las llantas y las falencias de la flota en el plan de mantenimiento aplicado actualmente. La flota tiene en todos sus vehículos llantas Maxxis tanto direccional como tracción con diseños recomendados directamente por el fabricante según los vehículos, su aplicación, la capacidad de carga y las vías que va a recorrer.

Una vez analizada la información actual de la flota, se va a realizar la propuesta de mantenimiento para obtener un mayor rendimiento de las llantas e incrementar la vida útil de las mismas.

7.1 Recolección de la información

Según el estudio realizado, se recogen las principales variables y datos de la flota para conocer el plan de mantenimiento actual, el rendimiento de las llantas, y las especificaciones técnicas de cada una de ellas. Esta información permite llevar a cabo un previo análisis para establecer las acciones correctivas y preventivas que permitan una mejor relación costo-beneficio.

Datos Generales de la Flota

- Tamaño de la Flota: 200 Tractomulas

- Vehículos: Kenworth T800, International 7600
- Tipo de terreno: Vías principales pavimentadas
- Tipo Carga: Trailer con contenedor
- Total llantas delanteras al piso: 400
- Total llantas traseras al piso: 1.600
- Total llantas al piso: 2.000
- Recorrido promedio mes por vehículo: 7.200 km

Información técnica de las llantas delanteras que utiliza la flota

- Marca: Maxis
- Dimensión: 295/80 R22.5 16PR
- Diseño: UR200
- Aplicación: Direccional
- Presión: 100 PSI
- Profundidad Original: 17,4 mm
- Profundidad mínima según fabricante: 1,6 mm
- Precio COP: \$1.027.296 (Precio con IVA)
- Origen: Taiwán



Ilustración 2 Llanta Delantera.
Fuente. Página web Maxxis Tires

Información técnica de las llantas traseras que utiliza la flota

- Marca: Maxxis
- Dimensión: 295/80 R22.5 16PR
- Diseño: UM816
- Aplicación: Tracción
- Presión: 110 PSI
- Profundidad Original: 23 mm
- Profundidad mínima según fabricante: 1,6 mm
- Precio COP: \$1.074.856 (Precio con IVA)
- Origen: Taiwán



Ilustración 3 Llanta Trasera.
Fuente. Página web Maxxis Tires

Plan de mantenimiento actual

La flota aplica a sus llantas un plan de mantenimiento preventivo basado en las principales inspecciones y verificaciones que debe realizarse a las llantas. En él se realizan alineaciones, rotaciones, calibración de presión y balanceo. La flota opta por no realizar un seguimiento detallado de sus llantas para no incrementar sus costos de mantenimiento. Los operarios de los vehículos de la flota solo se encuentran capacitados para llevar a cabo una operación óptima de cada equipo y algunos conocimientos básicos técnicos.

Plan de mantenimiento actual para de llantas delanteras

- Rotación: Cada 40.000 km
- Calibración de presión según inspección visual o cada 10.000 km

- Alineación: Cada 40.000 km
- Balanceo: Cada 40.000 km

Plan de mantenimiento actual de las llantas traseras

- Rotación: Cada 40.000 km
- Calibración de presión según inspección visual o cada 10.000 km

Rendimiento actual de las llantas

Para establecer el rendimiento actual de las llantas se recolecta y analiza el rendimiento de cada llanta en los vehículos y se obtiene un promedio en las llantas delanteras y traseras según la información suministrada por la flota. Este resultado permite más adelante identificar el costo por kilómetro actual de las llantas para luego compararlo con el estimado después de implementar el nuevo plan de mantenimiento.

- Delanteras: 103.000 km
- Traseras: 72.000 km

7.2 Analisis de la información

Teniendo en cuenta el rendimiento actual de las llantas de la flota, se evidencia la falta de formación por parte de los operarios de los vehículos, esto debido a que no conocen los demás sistemas del vehículo que interactúan con las ruedas y tampoco tienen la capacidad de identificar posibles fallas en cada uno de ellos. Es fundamental que el operario pueda realizar una inspección técnica debido a que es la persona que en todo momento trabaja con el vehículo y si logra identificar anomalías, fallas en las ruedas y los diferentes sistemas que interactúan con ellas, se podrán tomar acciones inmediatas para prolongar la vida útil de las llantas.

Partiendo de la corta vida útil de las llantas, se evidencia la falta de planeación en el mantenimiento de las llantas puesto que no se realiza algún tipo de seguimiento e inspección a las mismas que le permita tomar acciones correctivas y preventivas para lograr un óptimo rendimiento. Para ello, es importante tener en cuenta que algunas de las vías por la que transitan los vehículos están deterioradas y pueden llegar a generar un desgaste prematuro y anormal de las llantas reduciendo la vida útil de las mismas.

Es importante tener en cuenta que las llantas en todo momento deben tener una presión de inflado óptima y se observa en el plan de mantenimiento actual que el vehículo puede llegar a recorrer hasta 10.000 kilómetros sin calibración de aire, lo cual puede generar un mayor desgaste de la banda de la llanta y un desgaste anormal.

..

7.3 Propuesta de solución

Con base en los rendimientos actuales de las llantas y el mantenimiento actual utilizado por la flota, se realiza una propuesta con el fin de optimizar el rendimiento de las llantas y reducir los costos en la compra de las mismas. Para ello, es importante establecer el mantenimiento preventivo que debe aplicarse en cada vehículo e implementar un plan de capacitación para los operarios con el fin de identificar posibles fallas y anomalías en las ruedas durante un recorrido y así poder realizar acciones de mejora lo antes posible para que la vida útil de la llanta se vea afectada en una menor proporción.

Propuesta Plan de Mantenimiento

Plan de mantenimiento para las llantas Delanteras

- Actividades de mantenimiento:
 - Rotación: Cada 25.000 km
 - Alineación: Cada 30.000 km o por inspección visual si el desgaste es anormal (se requiere capacitación de técnicos y conductores)
 - Balanceo: Cada 30.000 km o por vibración excesiva o algún pinchazo (se requiere capacitación de técnicos y conductores)
 - Inspecciones mensuales (Medir 3 profundidades y verificar presión)
 - Capacitación técnica-operativa a conductores en: Identificación de desgaste inadecuado de la banda, Inspección visual costados de las llantas, medición de presiones siempre en frío antes de iniciar recorrido, tomar mensualmente

fotografía de la banda para identificar posibles daños. Inspección visual e identificación de fallas en ejes, rodamientos, amortiguadores, bombonas, hojas y terminales.

- Calibración de llantas con sistema electrónico de calibración de presión (Vigía) y lectura manual del conductor cada mes. Presión óptima 100 PSI.

PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LAS LLANTAS DELANTERAS			
Actividad	Frecuencia	Responsable	Recursos
Rotación	25.000 km	Tecnico Mecanico	Pistola Neumatica
Alineación	30.000 km	Tecnico Mecanico	Equipo de Alineación
Balanceo	30.000 km	Tecnico Mecanico	Pistola Neumatica, equipo de balanceo
Inspecciones Visuales	Mensual	Tecnico Maestro	Profundimetro, Lista de chequeo y seguimiento
Capacitación Tecnica Operativa	Anual	Proveedor	Capacitador, sala de capacitación, herramientas audiovisuales
Calibración de presion	En tiempo real	Sistema de calibración Vigia	Equipo de calibración electronica de presion

Ilustración 4 Plan de Mantenimiento Llantas Delanteras
Fuente. Autores del proyecto

Plan de mantenimiento para las llantas Traseras

- Actividades de mantenimiento:
 - Rotación: Cada 25.000 km
 - Alineación: Cada 40.000 km o por inspección visual si el desgaste es anormal (se requiere capacitación de técnicos y conductores)

- Inspecciones mensuales (Medir 3 profundidades y verificar presión)
- Capacitación técnica-operativa a conductores en: Identificación de desgaste inadecuado de la banda, Inspección visual costados de las llantas, medición de presiones siempre en frío antes de iniciar recorrido, tomar mensualmente fotografía de la banda para identificar posibles daños. Inspección visual e identificación de fallas en ejes, rodamientos, amortiguadores, bombonas, hojas y terminales.
- Calibración de llantas con sistema electrónico de calibración de presión (Vigía) y lectura manual del conductor cada mes. Presión óptima 110 PSI.

PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LAS LLANTAS TRASERAS			
Actividad	Frecuencia	Responsable	Recursos
Rotación	25.000 km	Tecnico Mecanico	Pistola Neumatica
Alineación	40.000 km	Tecnico Mecanico	Equipo de Alineación
Inspecciones Visuales	Mensual	Tecnico Maestro	Profundimetro, Lista de chequeo y seguimiento
Capacitación Tecnica Operativa	Anual	Proveedor	Capacitador, sala de capacitación, herramientas audiovisuales
Calibración de presion	En tiempo real	Sistema de calibración Vigia	Equipo de calibración electronica de presion

Ilustración 5 Plan Mantenimiento Llantas Traseras

Fuente. Autores del proyecto

Costos de implementación de plan de mantenimiento

Para dar a conocer la viabilidad de la implementación del nuevo plan de mantenimiento para la flota, se estiman los costos de cada una de las actividades a realizar durante la vida útil de la llantas, teniendo en cuenta el plan de formación dirigido a los operarios y los

equipos que se requieren en cada uno de los vehículos. Previo a esto, se procede a comparar el nuevo rendimiento (costo por kilómetro) de la llanta para luego estimar el tiempo en el cual se recuperara la inversión.

Costo plan de mantenimiento llantas delanteras

- 1 Alineación adicional: \$25.000
- 2 Rotaciones adicionales: \$60.000
- 1 Balanceo adicional: \$40.000

Total Costo por vehículo (llantas delanteras): \$125.000

Costo plan de mantenimiento llantas traseras

- 1 Alineación: \$80.000 (2 ejes)
- 1 Rotación adicional: \$30.000

Total Costo por vehículo (llantas traseras): \$110.000

Costos Generales (Formación a operarios, equipos requeridos)

- Plan de capacitación para conductor (3 módulos): \$60.000
- Calibrador de presión (VIGIA): \$620.000
- Mantenimiento VIGIA (anual por equipo): \$70.000

Total Costos Generales por vehículo: \$750.000

Total Costo Plan de mantenimiento por vehículo: \$985.000

Total Costo mantenimiento para toda la flota: \$197'000.000

7.4 Impactos esperados

Resultados implementación plan de mantenimiento

Rendimiento de las llantas

Según el plan de mantenimiento propuesto, se estima un rendimiento para las llantas en el cual se evidencia una mejor relación costo beneficio debido al incremento de la vida útil de las llantas.

- Llantas delanteras: 120.000 km (16,5% más que con el plan de mantenimiento anterior)
- Llantas traseras: 80.000 km (11,1% más que con el plan de mantenimiento anterior)

Seguimiento a desgaste y rendimiento de las llantas:

- Para realizar el seguimiento con la implementación del nuevo plan de mantenimiento, se realizó con una muestra del 5% del parque automotor, es decir, se realizó seguimiento a un total de 10 vehículos.
- Se hicieron inspecciones mensuales en la cual se tomaba la lectura de las 3 profundidades de la llanta (externa, central, interna) y la presión de la misma. Adicional a esto, se realizó

una inspección visual de la banda de la llanta y de los demás componentes que se relacionan con la rueda, esto para identificar anomalías y corregir cualquier fallo que pudiese afectar la vida útil de la llanta.

En los siguientes graficos se estima el rendimiento de llantas, resultado de la implementación del plan de mantenimiento en el cual se realiza un seguimiento mensual a cada una de las llantas.

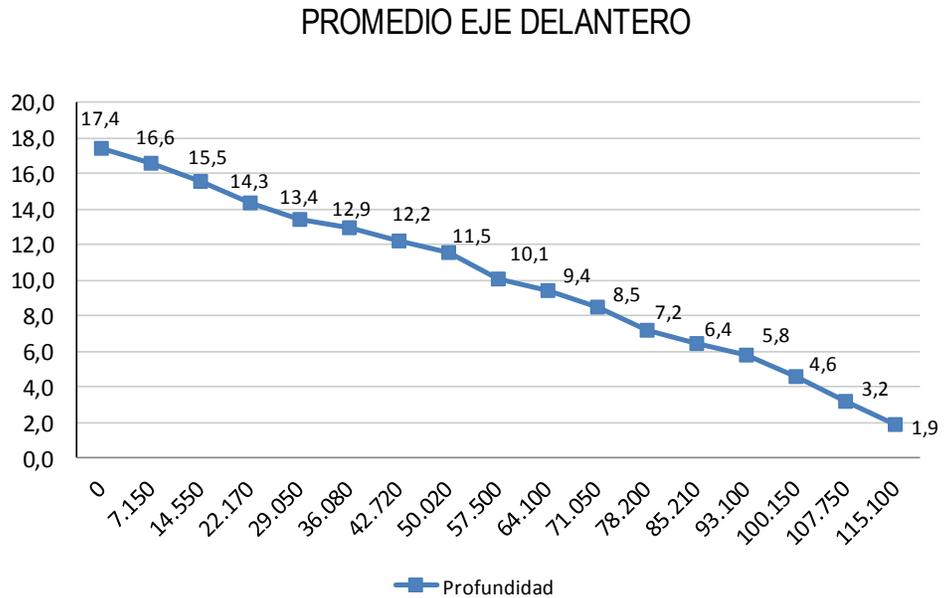


Ilustración 6 Promedio Rendimiento Kilométrico Eje Delantero
Fuente. Autores del Proyecto

PROMEDIO EJE TRASERO

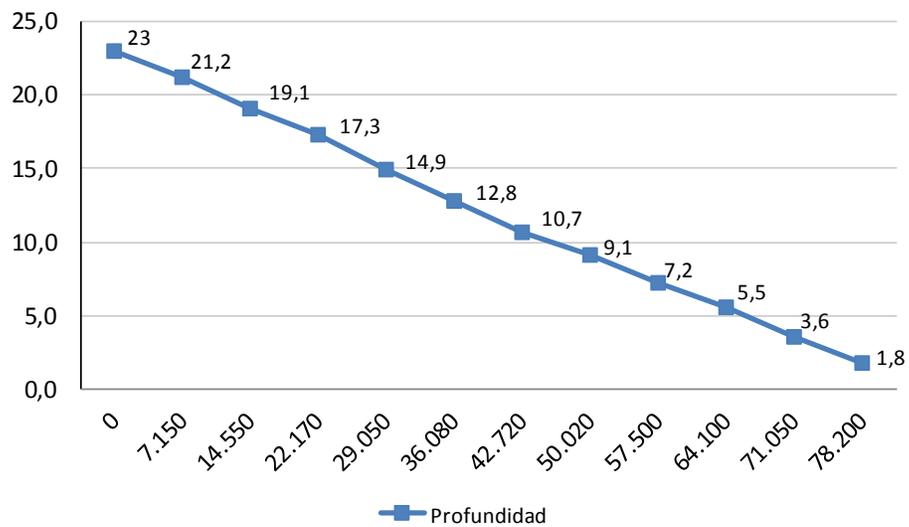


Ilustración 7 Promedio Rendimiento Kilométrico Eje Trasero
Fuente. Autores del Proyecto

Análisis costo por kilometro

Para calcular el nuevo costo por kilometro de las llantas partimos del costo de la llanta direccional y de tracción comparándolo con el rendimiento estimado de la misma.

Llantas delanteras

- Con el plan de mantenimiento anterior: 9,97 pesos/kilometro
- Con el plan de mantenimiento actual: 8,56 pesos/kilometro
- Reducción costo por kilómetro: 14,1%
- Ahorro: 1,41 pesos/kilometro

Llantas traseras

- Con el plan de mantenimiento anterior: 14,9 pesos/kilometro
- Con el plan de mantenimiento actual: 13,43 pesos/kilometro
- Reducción costo por kilómetro: 9,9%
- Ahorro: 1,47 pesos/kilometro

Ahorro anual de la flota

Llantas Delanteras Maxxis 295/80 R22.5 16 PR UR200				
Vehículos	Kilometros recorridos al año	Llantas al piso	Ahorro	Ahorro anual de la flota
200	86.400	400	1,41	\$ 48.729.600

Llantas Traseras Maxxis 295/80 R22.5 16 PR UM816				
Vehículos	Kilometros recorridos al año	Llantas al piso	Ahorro	Ahorro anual de la flota
200	86.400	1.600	1,47	\$ 203.212.800

Total ahorro anual	\$ 251.942.400
--------------------	----------------

Ilustración 8 Ahorro Anual – Costos de Mantenimiento Llantas
Fuente. Autores del Proyecto

8. Fuentes para la obtención de información

8.1. Fuentes primarias

Las fuentes de información usadas principalmente fueron la información recolectada de las tesis de personas a nivel nacional e internacional desarrollando el concepto global de la administración del mantenimiento de flotas de vehículos.

8.2. Fuentes secundarias

Las fuentes de información secundarias básicamente son las páginas web, revistas científicas, blogs de personas e información de empresas, que tratan el tema de la administración del mantenimiento de flotas de vehículos.

9. Analisis financiero

En el siguiente cuadro se observa el retorno de la inversión sobre la implementación del nuevo plan de mantenimiento de la flota. Después de 10 meses de la implementación, se estima que la inversión se recupere al 100%. Esto debido a que la inversión para llevar a cabo el plan mantenimiento tiene un costo de \$197'000.000 de pesos y en el mes No. 10 el ahorro total estimado es de \$210'000.000 de pesos.

Mes	Ahorro LI. delanteras	Ahorro LI. traseras	Ahorro total
1	\$ 4,1	\$ 16,9	\$ 21,0
2	\$ 8,1	\$ 33,9	\$ 42,0
3	\$ 12,2	\$ 50,8	\$ 63,0
4	\$ 16,2	\$ 67,7	\$ 84,0
5	\$ 20,3	\$ 84,7	\$ 105,0
6	\$ 24,4	\$ 101,6	\$ 126,0
7	\$ 28,4	\$ 118,5	\$ 147,0
8	\$ 32,5	\$ 135,5	\$ 168,0
9	\$ 36,5	\$ 152,4	\$ 189,0
10	\$ 40,6	\$ 169,3	\$ 210,0
11	\$ 44,7	\$ 186,3	\$ 230,9
12	\$ 48,7	\$ 203,2	\$ 251,9

**Cifras en millones COP*

Ilustración 9 Retorno De Inversión
Fuente. Autores del Proyecto

10. Talento humano

El impacto generado en las personas implicadas en este proyecto, básicamente es la capacitación y actualización en cada uno de los cargos en que se desempeñan, debido a que para todos, la implementación de un plan de mantenimiento preventivo corrige y mejora las prácticas de mantenimiento, todo esto encaminado hacia la minimización de costos de mantenimiento.

11. Conclusiones

- El tipo de mantenimiento más adecuado es el preventivo, puesto que nos permite realizar un seguimiento efectivo del mantenimiento de la flota de vehículos de carga pesada; logrando así una mejor administración y disponibilidad de la flota en sus actividades diarias.
- Calculando y desarrollando el nuevo costo por kilómetro de las llantas, se proyecta una mayor vida útil de las llantas de la flota de vehículos de carga pesada que opera en las principales vías del país.
- La propuesta del nuevo plan documentado en este proyecto, estima un ahorro económico importante para la flota logrando así una reducción de costos en el área de mantenimiento.

12. Bibliografía

- Alvarez Marin, G. (s.f.). *NUEVOS MODELOS DE GESTIÓN APLICADOS A EMPRESAS DE TRANSPORTE Y DE GESTIÓN LOGÍSTICA. ANÁLISIS Y COMPARATIVA DE APLICACIONES DE GESTIÓN DE FLOTAS*. Obtenido de <http://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/2206/1/TFM%20Gloria%20%C3%81lvarez%20Mar%C3%ADn.pdf>
- Basabe Diaz, F., & Bejarano Garcia, M. (08 de 07 de 2009). *ESTUDIO DEL IMPACTO GENERADO SOBRE LA CADENA DE VALOR A PARTIR DEL DISEÑO DE UNA PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA CANTERA SALITRE BLANCO DE AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A.* Obtenido de <http://javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/Tesis226.pdf>
- Bisetti, O. (16 de 01 de 2012). *Doctor Logístico*. Obtenido de LOGISTICA Y SIMULADOR DE TRANSPORTES EN CAMIONES Y VEHÍCULOS DE CARGA: <https://doctorlogistico.wordpress.com/2012/01/16/logistica-y-simulador-de-transportes-en-camiones-y-vehiculos-de-carga-por-oscar-bisetti-p-dl-network/>
- Cano Moreno, H. (24 de 06 de 2011). *Modelo Gerencial De Mantenimiento Para La Flota De Tractocamiones De Tractocarga Ltda.* Obtenido de <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7765/2/140906.pdf>
- Canseco Talavera, C. (08 de 08 de 2014). *Revista Enfasis En Logistica*. Obtenido de 10 tips para una buena administración de la flota: <http://www.logisticamx.enfasis.com/articulos/70303-10-tips-una-buena-administracion-la-flota->
- Circula Seguro . (s.f.). *Circula Seguro*. Obtenido de Neumatico: <http://www.circulaseguro.com/que-es-el-neumatico/>
- Cobos Macarena, M. (s.f.). *MÉTODO PARA LA GESTIÓN EFICIENTE DEL COMBUSTIBLE EN FLOTAS DE VEHÍCULOS CON RUTAS FIJAS. APLICACIÓN A UNA EMPRESA DE CONSTRUCCIÓN*. Obtenido de E-REdING: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/4824/fichero/CAPITULO+2.pdf>
- Gestraking. (s.f.). *Gestraking*. Obtenido de Gestion de Flotas GPS.
- Muñoz Abella, M. B. (s.f.). Obtenido de Universidad Carlos III de Madrid: http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/teoria-de-maquinas/lecturas/MantenimientoIndustrial.pdf/at_download/file
- Muñoz Abella, M. B. (s.f.). Obtenido de Universidad Carlos III de Madrid: http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/teoria-de-maquinas/lecturas/MantenimientoIndustrial.pdf/at_download/file
- Peralta Ruiz, M. S. (28 de 10 de 2011). *Modelo Gerencial De Mantenimiento Para Flotas De Transporte Pesado*. Obtenido de <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7782/2/142162.pdf>
- Prado, F. G. (2010). Gestion de flotas, Planes de mantenimiento de vehículos y organización del tráfico. *CESVIMAP 77*, 44-45-46.
- PRESUEL*. (s.f.). Obtenido de VENTA DE LLANTAS: <http://www.ventadellantas.com.mx/como-leer.php>

Transporte, M. D. (2005). RESOLUCIÓN No. 3500 DE 2005. *DE LA REVISIÓN TÉCNICO-MECÁNICA*.

Transporte, S. d. (2002). *CÓDIGO NACIONAL DE TRÁNSITO TERRESTRE*. Obtenido de Secretaría de Tránsito y Transporte de Bogotá, D. C.:
<http://www.colombia.com/actualidad/images/2008/leyes/transito.pdf>