

**PROPUESTA PARA LA APLICACIÓN DE GESTIÓN DE ACTIVOS CAPÍTULO
DE MANTENIMIENTO Y MEJORA AL PROBLEMA DEL DESGASTE
IRREGULAR DE LLANTAS EN LOS CAMIONES FTR CON LA APLICACIÓN
DE RCM EN LA EMPRESA SERVIENTREGA.**

**RAFAEL AUGUSTO CABRA MACIAS
DAVID SILVA BARRERA**

**UNIVERSIDAD ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
DIRECCION DE POSGRADOS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BOGOTA D.C.
2015**

**PROPUESTA PARA LA APLICACIÓN DE GESTIÓN DE ACTIVOS CAPÍTULO DE
MANTENIMIENTO PARA LA MEJORA AL PROBLEMA DEL DESGASTE
IRREGULAR DE LLANTAS EN LOS CAMIONES FTR CON LA APLICACIÓN DE
RCM DE LA EMPRESA SERVIENTREGA.**

**RAFAEL AUGUSTO CABRA MACIAS
DAVID SILVA BARRERA**

**Monografía como requisito para optar al título de Especialistas en Gerencia
de Mantenimiento.**

Asesor:

**ING. MIGUEL ANGEL URIAN TINOCO
Especialista en Gerencia de Mantenimiento**

**UNIVERSIDAD ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
DIRECCION DE POSGRADOS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BOGOTÁ D.C.
2015**

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. TITULO	8
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	10
2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	10
2.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	10
3. OBJETIVOS	11
3.1 OBJETIVO GENERAL	11
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN	11
4.1 JUSTIFICACIÓN	11
4.2 DELIMITACIÓN	12
4.3 LIMITACIONES	14
5. MARCO REFERENCIAL	15
5.1 MARCO TEÓRICO	15
5.1.1 GESTIÓN DE ACTIVOS	15
5.1.2 HISTORIA DE LA RUEDA	16
5.1.3 PROCESO DEL CAUCHO Y ESTRUCTURA DE LA LLANTA	19
5.1.4 LEYENDO EL COSTADO DE UNA LLANTA	21
5.1.4 FABRICACIÓN DE UNA LLANTA	23
Banbury	23
Extrusora	23
Construcción del Talón	24
Máquina de construcción de la llanta	24
Prensa de curación	24
Inspección Visual	25
Preparación de las pestañas	26
Preparación de la banda de rodamiento	26
Preparación de pliegues	26
Vulcanización	27
Control de calidad	27
5.1.5 MANTENIMIENTO Y DETERMINACIÓN DEL ESTADO ÓPTIMO DE UNA LLANTA	29
Señales de desgaste y causas.	30
Montaje y Balanceo	30
Mezclar las llantas	30
Rotación de las Llantas	30
Alineación	31
5.1.6 APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA RCM DE GESTIÓN DE ACTIVOS	33
Conceptos del RCM	34
El contexto operacional	34
Funciones	34
Fallas Funcionales	34
Modos de falla	34
Los efectos de falla	35

Categoría de consecuencias	35
Sistemas para análisis de RCM	36
Sistema llantas	36
Sistema suspensión	36
Amortiguadores	37
Rodamientos	38
Rotulas	38
Splinders	38
Brazo dirección	39
5.2 ESTADO DEL ARTE	40
5.2.1 LOCAL	40
5.2.2 INTERNACIONAL	41
5.2.3 NACIONALES	43
5.3 MARCO LEGAL	44
6 TIPO DE INVESTIGACIÓN	45
6.1 INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA	45
7. MARCO METODOLÓGICO	47
7.1 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	48
Revisión general	
Paso 1	52
Paso 2	55
Paso 3.	56
Paso 4	58
Paso 5	61
Paso 6.	62
7.2 ANALISIS DE DATOS	65
7.3 PROPUESTA DE SOLUCIÓN	66
7.3.1 DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS	69
7.4 ENTREGA DE RESULTADOS A SERVIENTREGA	71
7.4.1 ENTREGA DE RESULTADOS A LA UNIVERSIDAD	71
8. FUENTES DE INFORMACIÓN	72
8.1 PRIMARIAS	72
8.2 SECUNDARIAS	72
9. EVALUACION FINANCIERA	73
9.1 ROI RETORNO DE LA INVERSIÓN	74
10. TALENTO HUMANO	77
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
12. BIBLIOGRAFÍA	79
13. CIBERGRAFÍA	80

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Porcentaje de disponibilidad de la flota año 2014.....	10
Tabla 2 Estandarte de U.....	16
Tabla 3 Lectura del costado de una llanta.....	21
Tabla 4 Presión de inflado... ..	29
Tabla 5 Señales de Desgaste.....	30
Tabla 6 Rotación de Llantas.....	31
Tabla 7 Alineación de un Vehículo.....	32
Tabla 8 Clasificación de tipos de investigación.....	47
Tabla 9 Cuadro de análisis teniendo como base la metodología RCM.....	49
Tabla 10 Cuadro de decisión teniendo como base la metodología RCM.....	50
Tabla 11 Características técnicas camión Chevrolet FTR.....	52
Tabla 12 Cuadro de inspecciones de presión de inflado.....	55
Tabla 13 Cuadro de indicador de actividades programadas vs realizadas.....	56
Tabla 14 Rutas con presencia de mayor numero de novedades.....	58
Tabla 15 Rutas con evidencia de fallas.....	57
Tabla 16 Profundímetro digital.....	58
Tabla 17 Registro inspección llantas de Vehículos con novedad.....	58
Tabla 18 Registro en software de la profundidad de las llantas.....	59
Tabla 19 Diseño de llanta AU02.....	60
Tabla 20 Diseño de llanta AM02.....	60
Tabla 21 Registro de participación llanta nueva contra reencauche.....	61

Tabla 22 Índice de mejora en el costo por kilómetro por tipología de llanta.....	62
Tabla 23 Cuadro de programación de mantenimientos mes de Febrero.....	64
Tabla 24 Tendencia de actividades de la gestión de servicios.....	67
Tabla 25 Registro de tendencia de servicios más representativos.....	68
Tabla 26 Registro de compra de llantas	73
Tabla 27 Análisis financiero de reducción de costos.....	74
Tabla 29 Discriminación de cifras para desarrollo del ROI.....	75

1. TITULO

Propuesta para la aplicación de gestión de activos capítulo de mantenimiento para la mejora al problema del desgaste irregular de llantas en los camiones FTR con la aplicación de RCM de la empresa Servientrega

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Descripción del problema

Desde el inicio de operación de estos Vehículos el sistema llantas presentó una característica inusual de desgaste en sus llantas direccionales, los registros muestran que las llantas en sus costados se desgastan de manera acelerada mientras que en la parte interna de la banda de rodadura no, esto causa que su tiempo de recambio no sea el adecuado o se deba realizar antes de lo previsto, que se pierda un porcentaje de caucho de la llanta y que en ocasiones se hayan presentado afectaciones a la norma por presentar profundidades inferiores a las permitidas.

Tanto así, que una llanta para este vehículo en dimensiones 275/70 R22.5 tiene un costo dependiendo la marca de entre un millón y millón trescientos mil pesos , y que debe tener una duración promedio de 100 mil kilómetros, se está bajando con una duración no mayor a los 70 mil kilómetros, en ocasiones con desgaste de cinturones en los costados y con sistema de alambres a la vista, lo que significa una pérdida en llanta nueva de un 25 a 30 porciento de vida útil y con la posibilidad de pérdida del casco para reencauche.



Grafico 1. Comparativo desgaste entre tipos de llanta, Imagen tomada durante el proceso de análisis.



Gráfico 2. Comparativo desgaste entre tipos de llanta, Imagen tomada durante el proceso de análisis.

De acuerdo a lo anterior se pretende conocer cuáles son los factores críticos que inciden en el desgaste irregular de las llantas 275/70r22.5 en los Vehículos FTR de la empresa Servientrega.

2.2 Formulación del problema

El deterioro constante e irregular de las llantas direccionales de los vehículos tipo FTR de la flota Servientrega ha generado periodos de recambio inferiores a los presupuestados y un incremento porcentual a los costos de mantenimiento, de reposición de partes mecánicas y de afectación a la disponibilidad de los vehículos

¿El desarrollo de las pruebas propuestas para las partes mecánicas y a las llantas permitirá reducir o eliminar el problema de desgaste irregular de las llantas de los camiones de la flota Servientrega?



Ilustración 1 porcentaje de disponibilidad de la flota año 2014, fuente indicadores de gestión proceso.

2.3 Sistematización del problema

¿Qué factores influyen en el desgaste de las llantas?

¿Qué metodologías de mantenimiento serán las más adecuadas para determinar el problema?

¿Qué estrategias en la operación de los vehículos se pueden implementar para reducir el problema de desgaste irregular de las llantas e incrementar la disponibilidad de la flota?

3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Objetivo general

Desarrollar rutinas de mantenimiento que permitan reducir o eliminar el problema de desgaste irregular a las partes mecánicas y a las llantas en los camiones FTR de la flota Servientrega,

3.2 Objetivos específicos

- ◆ Determinar cuáles son las causas relevantes que inciden en el desgaste irregular de las llantas 275/70R22.5.
- ◆ Analizar si la revisión por condición del funcionamiento de las llantas, es la mejor herramienta para determinar el mal funcionamiento.
- ◆ Diseñar rutinas de mantenimiento que aseguren un adecuado desempeño y duración de las llantas direccionales en los vehículos FTR.

4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN

4.1 Justificación y Alcance

El desarrollo de este proyecto busca la aplicación parcial de la gestión de activos para la mejora de una falla recurrente que se presenta en los vehículos tipo Chevrolet FVR con capacidad de 10 Toneladas con alcance específico de los 70 automotores de la flota servientrega de la denominada flota Verde, que se localiza en las llantas direccionales de tipo 275/70R22.

Con esto se pretende conocer e identificar las partes básicas de la llanta tales como el compuesto de caucho utilizado, la tipología, la construcción de una llanta, la aplicación de las mismas y se busca generar una mejora en el rendimiento kilométrico y el costo por kilómetro, de igual forma evitar posibles afectaciones a las normas de tránsito consignadas en la ley 769 de 2002 del Código nacional de Tránsito Terrestre en el artículo 28 donde se señalan las condiciones técnico mecánicas de gases y operación para que un vehículo pueda transitar por el territorio nacional y el artículo 18 de la resolución 3500 de 2005 donde se señalan los aspectos mínimos que se deben revisar para obtener el certificado de la revisión técnico mecánica los cuales fueron fijados en la NTC 5375 las cuales rigen este tipo de partes en los vehículos tanto en su revisión como en operación y eventualmente disminuir la pila de desecho de llanta usada reglamentado en la resolución 1457 del 29 de julio de 2010 del ministerio del medio Ambiente vivienda y desarrollo territorial.

De igual manera como está reglamentado el uso de este insumo, se debe tener en cuenta el aspecto económico, el cual dentro de los rubros de mantenimiento se encuentra en el segundo lugar después del combustible, por lo que su adecuado control, inspección, seguimiento, cambio, reutilización y disposición final pueden generar optimización de recursos o grandes pérdidas a la compañía.

Otro aspecto a tener en cuenta tiene que ver con la seguridad vial, ya que un vehículo con este elemento en mal estado puede generar accidentes de tránsito en el cual se podría ver afectadas incluso vidas humanas, existen una gran cantidad de evidencias que indican que debido a la condición de las llantas se han presentado accidentes tanto en vías urbanas como nacionales.

De acuerdo a lo anterior y teniendo en cuenta que en el país ruedan por sus carreteras miles de llantas es relevante la identificación de este tipo de fallas que mejorarían la vida útil de este elemento y por ende la disminución de los costos.

4.2 Delimitación

El proceso de investigación será desarrollado y aplicado a la flota de 70 vehículos Chevrolet FTR con capacidad de 10 Toneladas durante un tiempo estimado de 10 meses, de igual forma todos los levantamientos de información seguimiento y actividades propias enfocadas a la consecución de datos será desarrollado en el área de mantenimiento del patio de operaciones de la empresa Servientrega S.A, ubicado en la calle 51 no 96^a-54.

De igual forma serán revisadas y analizadas las rutas críticas donde los vehículos presentan un mayor desgaste, estas rutas están delimitadas en los corredores hacia el occidente del país, Bogotá – Medellín, Bogotá – Cali, Bogotá – Pereira.

4.3 Limitaciones

Técnica: No hay manuales de operación ni registros históricos del funcionamiento de los equipos, al ser una flota relativamente nueva en la compañía los históricos de seguimiento no muestran novedades o registros de seguimiento a las novedades trabajadas en el desarrollo de este proceso, motivo por el cual todos los resultados serán tenidos en cuenta para futuras intervenciones o análisis con el fin de desarrollar controles que de acuerdo a la metodología se puedan detectar antes de presentarse la falla.

Geográficas: Como se menciona en la delimitación los corredores viales a tener en cuenta están ubicados hacia el occidente del país, sin embargo no es posible el desplazamiento en ruta por estas vías para analizar en el trayecto que tanto puede afectar el estado de la carretera a las llantas de estos vehículos.

Económicas: Todo el desarrollo de este trabajo está basado en investigación descriptiva, por lo tanto el presupuesto asignado a este no es representativo para efectuar un número mayor de pruebas específicamente a las llantas su compuesto y poder llegar a desarmar una llanta para conocer más de su estructura.

5. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Marco teórico.

Dentro del marco teórico se hará referencia no solo al problema descrito sino se explicará más a fondo que es una llanta como está construida, los materiales necesarios para este proceso y una breve reseña de la historia y evolución de la llanta, de igual forma se revisará a que se refiere la gestión de activos como base del desarrollo de la investigación.

5.1.1 Gestión de Activos

Dentro del marco referencial se ha tomado como plan de ruta la gestión de activos ya que esta hace parte de las nuevas metodologías en que se enfoca el mantenimiento o el cuidado de los activos y está alineada con las tendencias de incremento del ciclo de vida útil en este caso de los automotores enmarcados dentro de la sustentabilidad no solo del negocio sino ambiental y social, por esto, la gestión de activos entra a formar parte fundamental de las actividades enfocadas a la mejora continua en el área de mantenimiento vehicular.

De acuerdo a lo anterior se hará una descripción de lo que es la gestión de activos lo cual permitirá tener un concepto más claro de lo que se pretende con el desarrollo de este trabajo.

La gestión de activos es la disciplina que busca gestionar todo el ciclo de vida de los activos físicos de una organización en este caso de los vehículos, con el fin de maximizar su valor. Para este desarrollo cubre procesos como el diseño, construcción, mantenimiento y reemplazo de partes. A pesar del enfoque tan específico la GA hace referencia a los activos de toda la empresa a pesar de que se encuentren en diferentes departamentos, localizaciones, instalaciones, y en algunos casos, incluso diferentes unidades de negocio. La gestión de los activos

puede mejorar el rendimiento, bajar costos, incrementar la vida útil y mejorar el retorno de inversión de los activos.

En el caso de la falla general de un vehículo, una respuesta rápida es vital. En los últimos años, normas estatales respecto a la salud, el medio ambiente y los riesgos laborales cobran mayor importancia, siendo las empresas y los operadores los responsables de su cumplimiento. El registro de los activos, gestión de riesgo, planificación del trabajo, gestión de los costos derivados del ciclo de vida, métodos para la identificación de problemas y mejoras continuas están, gradualmente, siendo vistas como prerequisites para una correcta gestión de los activos, esto unido a la búsqueda de mejores procesos dentro de las organizaciones controlados por las áreas de auditoría, gestión ambiental y en algunos casos revisión de la gestión del riesgo hace que metodologías como la de GA se conviertan en procesos transversales de la gestión de las compañías.

5.1.2 Historia de la Rueda

La rueda es en esencia una pieza mecánica circular que gira alrededor de un eje. Puede ser considerada una máquina simple, y forma parte de lo que se conoce como conjunto de elementos de máquinas.

De igual forma es uno de los inventos fundamentales en la Historia de la humanidad, por su gran utilidad en la elaboración de alfarería, y también en el transporte terrestre, y como componente fundamental de diversas máquinas. El conocimiento de su origen se pierde en el tiempo, y sus múltiples usos han sido esenciales en el desarrollo del progreso humano.

La mayoría de los estudios revelan que la rueda fue inventada en el V milenio A.C. en Mesopotamia, durante el período de El Obeid (hacia el 5500 a. C.), en la antigua región conocida como Creciente Fértil, inicialmente, con la función de rueda de alfarero.

Posteriormente se empleó en la construcción de carros; se difundió por el Viejo Mundo junto con los carros y los animales de tiro. Usualmente se cree que la rueda migró a Europa y Asia occidental en el IV milenio a. C., y a la cultura del valle del Indo hacia el III milenio a. C. Sin embargo, la rueda de carro más antigua que se conoce se encontró en Eslovenia.

Barbieri-Baja (2000) aboga por la existencia de vehículos chinos con ruedas alrededor del 2000 a. C., aunque su referencia más antigua data de alrededor del 1200 a. C.

Entre las culturas americanas no prosperó, probablemente por la ausencia de grandes bestias que pudieran tirar de los vehículos, y porque las civilizaciones más avanzadas ocupaban terrenos escarpados. Han sido encontradas ruedas en objetos olmecas identificados como juguetes que datan de alrededor del 1500 a. C.

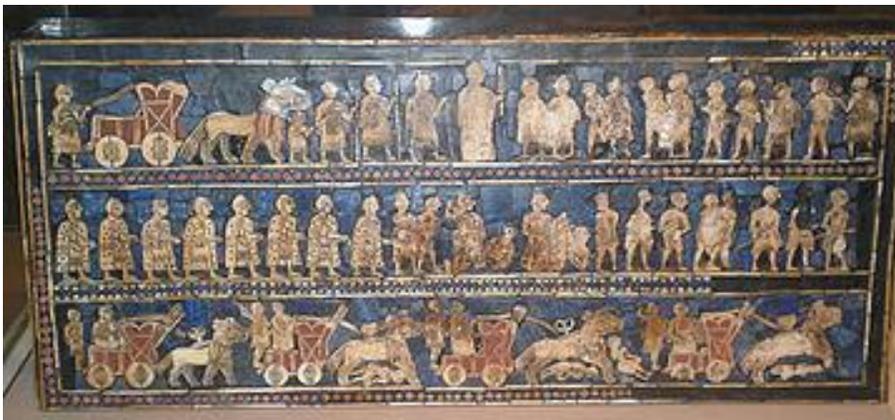


Ilustración 2. Estandarte de Ur.

En la Ilustración se puede ver el llamado *Estandarte de Ir*, hallado en una tumba datada entre los siglos XXVII y XXV a. C., en el período Dinástico Arcaico. Representa diversas escenas de la vida cotidiana y de guerra, donde se hace referencia grafica de la rueda como elemento de uso cotidiano.

Las primeras ruedas eran simples discos de madera con un agujero central para insertarlas en un eje. La posterior invención de la rueda con radios permitió la construcción de vehículos más rápidos y ligeros y surgió durante la cultura de Andrónovo (2000-1200 a. C.), al norte de Asia Central.

Tiempo después La colocación de una cinta de hierro alrededor de las ruedas de los carros surgió en el primer siglo A.C. entre los pueblos celtas que además, fueron los primeros en usar un tipo de rodamiento rudimentario en el eje consistente en unos discos de madera muy dura. Posteriormente los romanos utilizaron anillos de bronce como rodamiento, a modo de buje. Por esa época, constructores daneses también probaron con éxito un sistema de bujes con rodillos de madera que hacían girar la rueda con menor fricción.

No hubo grandes modificaciones hasta el siglo XIX, cuando se generalizó el uso de metales en la elaboración de maquinarias, pero en la década de 1880 se inventaron los neumáticos para ruedas y en el siglo XX se construyen ruedas de las más variadas aleaciones. Ahora, la evolución de la rueda fue pareja con el desarrollo del automóvil, que exigía mayor resistencia, mayor adherencia al suelo y menor desgaste. El problema principal, las pinchaduras, se resolvió con la aparición de las primeras cubiertas sin neumático, a partir de 1959.

En febrero de 2003, en unos pantanos 22 km al sur de Liubliana, capital de Eslovenia, se halló una rueda cuya antigüedad data de entre el 3100-3350 a. C.). Se la halló junto con su eje; mide 72 cm de diámetro y está hecha de madera de fresno, mientras que el eje, que giraba junto con las ruedas, era de roble.

La rueda, seguramente, merece un lugar de honor en cualquier lista de Grandes Inventos. Una civilización industrializada es inconcebible sin ella. Su invención era tal vez inevitable, pero se tardó bastante en aparecer al lado del ser humano. Muchas civilizaciones, incluyendo los Incas y los aztecas se las arreglaban bastante bien sin ruedas.

Sin embargo fue la empresa Goodyear la que descubrió en 1839 la vulcanización del caucho. Más tarde, el visionario John Boyd Dunlop, veterinario escocés que vivía en Irlanda, fue quien inventó el neumático en 1887. Diseñó una cámara de aire

envuelta en una tela de algodón tejido, que pegó y clavó en un aro de madera. El resultado fue tan rústico como eficaz.

El 23 de julio de 1888, J.B Dunlop registró la patente que iba a revolucionar la rueda. Cerca de 1891 los hermanos André y Eduard Michelin inventan el neumático desmontable, lo que revolucionó la llanta y permitió su adopción por la industria y el deporte del automóvil.

Hacia 1910, los neumáticos se equiparon con un aro metálico en el talón, destinado a mejorar la rigidez total de la rueda. También se adoptaron estructuras y se añadió una base de carbón para aumentar su resistencia a la abrasión.

En 1915, los alemanes pusieron a punto un caucho sintético. En los años 1920, la tela tejida desapareció y fue sustituida por tejidos con cables de metal sin trama.

En 1937, Michelin creó la carcasa de acero. El 4 de junio 1946 Michelin inventa y patenta la llanta radial que desde entonces ha sido utilizado por todos los fabricantes. El primer auto equipado con dichos neumáticos fue el Citroën con tracción delantera. En 1955, Michelin inventó el neumático sin cámara de aire (denominado Tubeless).

En 1962, Bridgestone desarrolló sus primeras llantas de estructura radial en acero japonés para camiones y autobuses y los primeros neumáticos de estructura radial para vehículos particulares, a mediados de 1964.

En 1965, BFGoodrich fabricó el neumático radial americano: el Lifesaver. En 1971 los neumáticos Goodyear pisan la luna.

En 1972, Continental lanzó el neumático de invierno sin clavos: ContiContact.

En 1977 Las llantas BFGoodrich equiparon el trasbordador espacial Columbia

En los años 80, Pirelli inventa los neumáticos de perfil bajo, una innovación tecnológica fundamental que permite reducir la altura de los flancos.

En 1981, el Michelin Aire X se convirtió en el primer neumático radial para aviones.

En 1992, Goodyear puso a punto el primer neumático sin aire que permite, después de un pinchazo, seguir rodando a velocidad reducida durante un número de kilómetros limitado.

En 1992, Michelin asoció una sílice original y un elastómero sintético. Esta mezcla permite en adelante la fabricación de neumáticos que presentan una baja resistencia a la rodadura y una buena adherencia sobre suelos fríos, sin perder su calidad de resistencia al desgaste. Esta innovación ha dado lugar a las gamas denominadas de 'baja resistencia a la rodadura' que permiten disminuir el consumo de combustible de los vehículos.

En 1997, Bridgestone entró en la competición de la categoría Fórmula 1. Los bólidos equipados con neumáticos Bridgestone Potenza consiguieron cuatro podios durante esa temporada.

En 1999, Dunlop presentó un sistema de control para neumáticos: Warnair. Esta llanta detecta rápidamente las pérdidas de presión e informa al conductor a través de avisos sonoros o visuales.

En el 2001, Michelin puso a punto una nueva tecnología para neumáticos de avión que permite al Concorde volver a despegar: la tecnología radial NZG. En el 2002, las marcas Bridgestone y Continental anunciaron en el Salón de Ginebra una cooperación técnica para el desarrollo conjunto de un neumático con tecnología Runflat.

5.1.2 Proceso del Caucho y Estructura de la llanta.

Se tiene la idea general que una llanta es un trozo de caucho puesto sobre una capa de lona sobre un rin, el compuesto de caucho es una mezcla que incluye muchos insumos, se utilizan tanto cauchos sintéticos como cauchos naturales y se tiene en cuenta el trabajo que una llanta tiene que realizar, esta debe soportar pesadas cargas y tener la suficiente flexibilidad para resistir continuas deformaciones, de igual forma debe estar apta para resistir la acción de las grasas, aceites, oxígeno y luz solar, enemigos principales del caucho, debe aportar seguridad al ser utilizada y al mismo tiempo rendir un buen kilometraje el cual depende directamente del tipo de llanta el tipo de vehículo y el tipo de trabajo que se realice.

Con el fin de lograr todas estas características, muchos ingredientes deben ser mezclados con el caucho para modificarlo y hacer de él un producto útil.

Entre los ingredientes más comunes o llamados compuestos de caucho, tenemos:

- Negro de humo. Añade consistencia y dureza.
- Azufre. Sirve para vulcanizar o "curar" el caucho y convertirlo en un producto útil.
- Cementos y pinturas. Para la construcción y el acabado.
- Fibras de Rayón y Acero. Para fortalecer la llanta.
- Caucho sintético natural. Materiales principales en la fabricación.
- Antioxidantes y antiozonantes. Para resistir los efectos dañinos de la luz solar y del ozono, para hacer que la llanta tenga mayor durabilidad.
- Aceites y grasas. Para hacer más maleable la mezcla y para ayudar en el mezclado de todos los ingredientes.

Estos insumos son mezclados según una fórmula científica, después de haber pasado por muchas y diversas pruebas de laboratorio.

El mezclado de la "pesada" (así es como se llama a una receta de caucho) se hace en el segundo piso del Banbury (sistema donde se realiza el mezclado de la pesada). Se corta el caucho en cubos, se añaden los otros ingredientes y toda esta carga se deja caer en la recámara del mismo. El Banbury es una recámara, la cual tiene en su interior dos rodillos en forma de espiral que sirven para mezclar todos los ingredientes. Cuando todo este material ha sido mezclado (alrededor de 200 KI.) se le deja caer a un molino ubicado en el primer piso, en este molino se termina de mezclar dicha pesada, que luego es pasada a través de una banda transportadora a otro molino, de este último molino, el laminador automático extrae en forma continua el compuesto ya bien mezclado y homogenizado que, después de ser lubricado y enfriado por una línea de ventiladores, es almacenado sobre parihuelas para así ser transportado a las máquinas en las cuales será utilizado.

Al llegar a este punto de la operación, se sacan muestras de cada pesada para ser examinadas en el laboratorio de acuerdo a la marca o la empresa que desarrolle el producto esto puede variar, el tipo de pruebas revisiones o controles de calidad se hacen necesarios con el fin de garantizar un buen producto al cliente final.

5.1.4 Leyendo el costado de una llanta

Todo lo que se necesita saber sobre la llanta está registrado en el costado de la misma, este contiene toda la información que se necesita saber para identificarla, cualquiera que sea la marca todas las llantas deben de mostrar cierta información.



Ilustración 3 lectura del costado de una llanta, estudio sobre como leer una llanta de Goodyear <http://www.goodyear.com.pe/>

El tipo de llanta define el uso apropiado, Por ejemplo, la “P” en la llanta que se muestra significa que es para un vehículo de pasajero. Si la llanta tiene las siglas “LT”, la llanta será para un camión ligero.

Ancho de sección es la distancia medida en milímetros que existe de un costado a otro, el ancho de sección aquí mostrado es de 185 milímetros, la relación aspecto

es la relación de la altura de sección entre el ancho de sección, para este ejemplo, el 65 significa que la altura es igual al 65% del ancho de sección.

El tipo de construcción le dice cómo es que las capas están acomodadas. La “R” significa que es de construcción radial, es decir que las capas van en ángulos de 90°. La “B” significa construcción convencional es decir que las capas están de forma diagonal.

Diámetro exterior es la distancia que existe de piso a piso, el diámetro de esta llanta es de 15 pulgadas, el índice de carga indica la carga máxima en libras que una llanta puede soportar cuando está inflada de manera adecuada, el índice de carga se encuentra en el costado de la llanta, en libras y kilogramos.

El Rango de Velocidad le dice la velocidad máxima para la llanta, la “H” significa que una llanta tiene un rango de velocidad máxima de 210 km/hr. Este rango únicamente dice la capacidad de la llanta y NO es una recomendación para exceder los límites de velocidad impuestos por la ley.

DOT significa que la llanta cumple con todos los estándares de seguridad establecidos por el Departamento de Transportación de EU (U.S. Department of Transportation - DOT). A lado de esto está una identificación o número de serie – una combinación de números y letras de más de 12 dígitos.

5.1.4 Fabricación de una Llanta.

Para entender mejor el funcionamiento de las llantas se hará un resumen de cómo se efectúa el proceso de fabricación de las y se dará un breve explicación de los equipos necesarios para este trabajo.

Banbury

Como se observó anteriormente dentro de la explicación de la fabricación del

caucho necesario para la manufactura de una llanta a continuación se verá cómo comienza el proceso con una gran cantidad de materia prima como: pigmentos, químicos, 30 tipos diferentes de caucho, cuerdas de tela, alambres, etc.

Estos ingredientes son unidos en una mezcladora gigante llamada Banbury operando bajo un intenso calor y presión, estas mezclan todos los ingredientes en un solo compuesto caliente, negro y pegajoso que será molido una y otra vez.

Extrusora

El caucho frío toma diferentes formas, muy a menudo es procesado cuidadosamente dentro de bandas que lo transportaran a molinos de interrupción, estos molinos alimentan al hule dentro de pares de rollos masivos, una y otra vez, alimentando, revolviendo y mezclando para preparar diferentes compuestos para los molinos de alimentación, donde son cortados en tiras y después llevados por bandas transportadoras para hacer costados, bandas de rodamiento u otras partes de la llanta.

Todavía queda otra clase de caucho que cubre la tela que será usada para hacer el cuerpo de la llanta. La tela viene en enormes rollos, y es tan especial y critico como la mezcla de caucho, muchas clases de tela son usadas como el poliéster y el rayón, la mayoría de las llantas para pasajeros tienen cuerdas de poliéster.

Construcción del talón

Otro componente, con forma de aro, es llamado talón. Contiene cable de acero con alta tensión formando el esqueleto, el cual se ajustará al rin del vehículo. Los hilos se alinean a una cinta cubierta con caucho para pegarlo, luego se cortan en vueltas que después son unidas para asegurarlos hasta que sean ensamblados con el resto de la llanta. Las llantas radiales son construidas en una o dos máquinas. La llanta

comienza con una doble capa de goma sintética llamada camada interna que sellará con el aire y permitirá que la llanta no tenga cámara.

Máquina de Construcción de la Llanta

A continuación vienen dos capas de tela, las cuerdas. Dos tiras llamadas 'ápex' solidifican el área justo arriba del talón. Después un par de tiras 'chafer' son añadidas, llamadas así porque resisten al rose de la llanta con el rin cuando es montado al vehículo.

Las máquinas de construcción pre-forman a las llantas radiales, en una forma muy cercana a su dimensión final para asegurarse de que todos los componentes estén en una posición adecuada antes de que la llanta pase al molde.

Ahora la constructora de la llanta agrega los cinturones de acero que resisten pinchaduras y sostienen fuertemente a la banda de rodamiento contra el piso. La banda de rodamiento es la última parte de la llanta. Después de que rodillos automáticos presionan todas las partes firmemente, la llanta radial ahora es llamada llanta verde y está lista para inspección y vulcanización.

Prensa de Curación

La máquina de vulcanizado es donde la llanta adquiere su forma final y tipo de pisada. Moldes calientes como una waflera gigante le dan forma y vulcanizan la llanta. Los moldes están grabados con el modelo de pisada, las marcas del costado del fabricante y aquellas requeridas por la ley.

Las llantas son vulcanizadas a más de 300 grados centígrados durante 12 o 25 minutos, dependiendo de su tamaño. Al momento en el que la prensa se abre, las llantas son sacadas de sus moldes y llevadas por transportadores para ser terminadas e inspeccionadas.

Inspección Visual

Si algo está mal con una llanta – aunque algo parezca estar mal, hasta la más mínima imperfección – esta es rechazada. Algunos defectos son percibidos por inspectores visuales y manuales entrenados, algunos otros son encontrados mediante máquinas especializadas.

Preparación de las pestañas

Si se mira la sección de una llanta, podrá apreciarse que en el interior de cada filo de la llanta, hay un atado de alambres de acero bañado en bronce. Este lleva el nombre de pestaña.

Las pestañas se elaboran en la sección constituida por cuatro máquinas, cada una con una función distinta pero complementaria, éstas son:

Tubuladora de aros. Forra por extrusión el alambre de acero con caucho.

Formadora de aros. Enrolla el alambre ya forrado, según el número de vueltas y circunferencia interior especificados, formando propiamente el aro de la llanta.

Máquina encintadora. Envuelve el aro, en forma de espiral, con una cinta de tela cuadrada que servirá para mantener unidas las diferentes capas de alambre y evitar que se desenvuelvan durante su manipulación.

Máquina colocadora de aletas. Coloca las aletas que son cintas preparadas de pliegos de tela cuadrada gruesa y que cubren el aro a lo largo de su circunferencia.

Preparación de la Banda de Rodamiento

La tubulación o extrusión es un proceso comúnmente usado en la industria del caucho, La tabuladora como su nombre lo dice es una máquina que está formada

por un cuerpo cilíndrico, un tornillo sin fin y un cabezal, en el cual se instala un dado (matriz) con un diseño especial para cada pieza que se desee obtener.

Una forma sencilla de visualizar la operación de tubulación sería compararla con la acción de presionar un tubo de pasta dental, al hacer esto forzamos a la pasta a través de la boca del tubo. Generalmente la pasta sale redonda a través de la boca, pero si se cambiara la forma de ésta la pasta adquirirá una forma distinta.

Más adelante este Caucho en láminas proveniente del Banbury es cargado en el primer molino con el propósito de ser calentado, luego pasa al segundo molino en donde se le da un espesor determinado y desde donde se alimenta la tubuladora con una tira continua de ancho especificado, a través de una faja transportadora. A medida que la lámina de rodante va saliendo de la boca de la tubuladora es llevada a través de una tina de enfriamiento, cortándose luego en piezas de longitud especificada, las cuales son almacenadas en carros especiales que las mantienen libres de suciedad y deformaciones.

El último paso en la preparación de los rodantes consiste en cortar sus extremos con una inclinación (sesgo) determinada que facilitará su utilización en la construcción de la llanta.

Preparación de Pliegues

Los pliegos son piezas de tejidos (rayón, nylon, fibra de vidrio o acero) que inicialmente viene en forma de rollos de 1,000 metros de largo, que luego es recubierto de caucho en la calandria y cortado en tamaños y ángulos variables en la mesa cortadora y empalmada para su almacenamiento.

Vulcanización

Todas las llantas son vulcanizadas en las prensas de vulcanización en donde se transforma químicamente las características de los compuestos, haciendo

reaccionar el azufre con el caucho por medio de factores físicos como son: tiempo, temperatura y presión.

Las llantas son colocadas en las prensas unas a mano y otras automáticamente mediante dispositivos especiales. En estas prensas están instalados los moldes que serán los que proporcionarán los diseños ("colocadas") en la banda de rodamiento y las dimensiones finales de las llantas.

Control de Calidad

La calidad de un producto se define como la medida en que las características del producto satisfacen los requerimientos del usuario. Desde este punto de vista, todo aquello que afecta al producto o sus características, afecta consecuentemente su calidad, por lo cual es necesario mantener un control constante sobre todo el proceso de fabricación.

El proceso de control de calidad se inicia con el control de la calidad de las materias primas que intervienen en la composición de las llantas afines. Esto se realiza en un laboratorio, debidamente equipado, mediante procedimientos físico-químicos preestablecidos comparando resultados con los patrones o parámetros de calidad establecidos.

Al iniciarse propiamente el proceso de fabricación, se certifican la calidad de las mezclas en cuanto a gravedad específica, velocidad de vulcanización, viscosidad, dispersión del negro de humo, etc., mientras que control de calidad verifica los procedimientos de pesado de componentes y su mezcla, de acuerdo a los estándares existentes.

Luego, deben continuarse los controles en las diversas etapas de producción verificando condiciones de trabajo, adecuada preparación del compuesto, dimensiones, temperaturas, etc., yendo esto a la par de análisis de laboratorio de muestras extraídas a lo largo de determinadas etapas del proceso para comprobar

la calidad existente, se ejerce control asimismo sobre la construcción de las llantas donde no solo se chequea las condiciones y dimensiones de los materiales, sino el proceso mismo de ensamble, así como el funcionamiento de la maquinaria.

Finalmente, durante la etapa de vulcanización se controla temperatura, presiones y tiempo, de manera de asegurar la calidad de las llantas vulcanizadas. Los productos terminados, deben ser sometidos a un exigente muestreo por parte de control de calidad, con lo cual se asegura un adecuado control de las características del producto, además es necesario evaluar las llantas constantemente a través de pruebas de rendimiento en condiciones determinadas en laboratorio, como también en carreteras, a través de continuas pruebas de desgaste comparativas en diferentes rutas.

Esto es como cada una de las partes se unen: la banda de rodamiento y el costado, son soportados por el armazón y detenidos a la rueda, a pesar de los detalles, las bases son fundamentalmente las mismas. Acero, tela, caucho y mucho trabajo y cuidado, diseño e ingeniería.

5.1.5 Mantenimiento y determinación del estado óptimo de una llanta

Dentro de esta investigación uno de los factores principales es determinar si la presión utilizada actualmente por las llantas 275 es la adecuada o si por el contrario estas están trabajando por debajo de la presión lo que hace que estas presenten el desgaste motivo de la investigación.

Muchas veces las llantas están con menos presión de la requerida, esta es la forma más rápida de dañar las llantas y disminuir su rendimiento, una baja presión de aire hace que el agarre de la llanta sea disparate y que la tracción del carro se vea

afectada, adicionalmente puede calentar la banda de rodadura y provocar explosiones de llantas, es importante mantener siempre la presión de aire que indica el productor de las llantas o en su defecto hacer un estudio de acuerdo a la operación cual sería la presión óptima para el trabajo de las llantas que garantice la vida útil de las llantas, esto ayudará entre otras a ahorrar combustible, a aumentar la vida de la llanta y a mejorar la seguridad.

Por medio de estudios se ha determinado que mantener las llantas con la presión correcta puede disminuir el consumo de combustible entre un 5% y un 10%. de igual forma es claro que siempre se debe calibrar la presión cuando las llantas estén frías como mínimo deben ser calibradas una vez a la semana la temperatura y el clima también inciden ya que la presión de aire de la llanta puede cambiar con los cambios de estos.

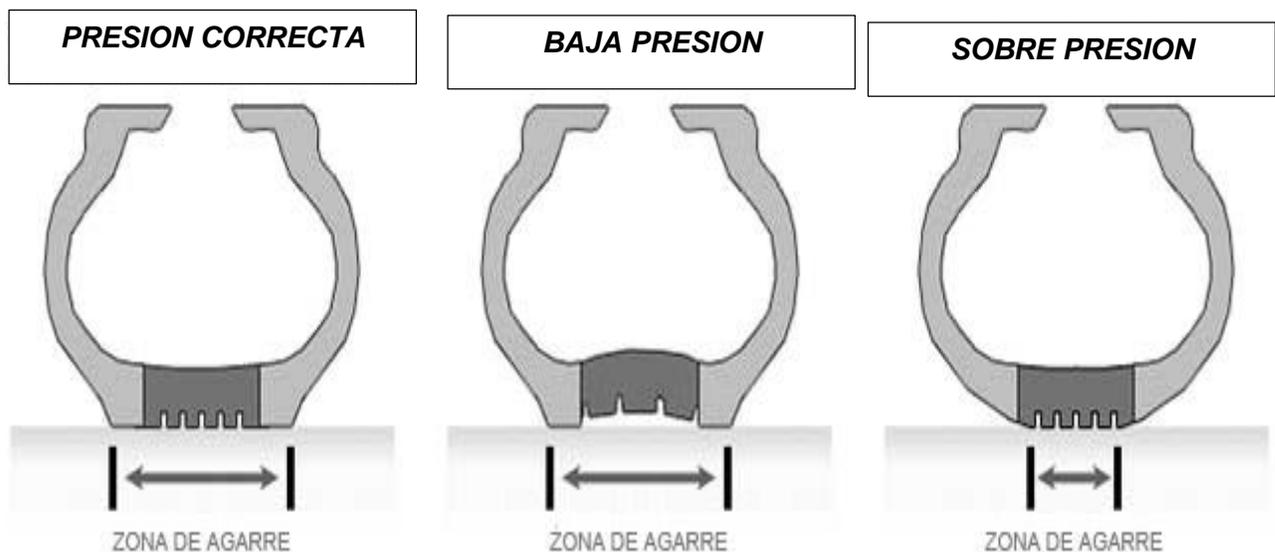


Ilustración 4 Presión de inflado <http://www.bridgestone.com.mx/>

Indicador de Desgaste (TreadWear)

Cuando las llantas empiezan a desgastarse, su agarre disminuye. Cada llanta tiene una barra de desgaste, esta barra aparece varias veces durante la vida útil de la llanta, cuando la llanta está realmente desgastada (1.6 mm o 2/32") será muy fácil

identificar el indicador de desgaste. Usualmente, antes que la llanta llegue a este punto se empezara a sentir insegura.

Señales de desgaste y causas.



Ilustración 5 Señales de Desgaste <http://www.virtuallantas.com/>

Montaje y Balanceo

Asegúrese de seguir los siguientes pasos cuando este montando y balanceando sus llantas:

- No deben haber sucios ni aceite entre el perno y el rin.
- Debe alinearse el carro
- Se debe poner la presión exacta a las llantas
- Los rines deben estar en perfectas condiciones.
- Los pernos deben quedar bien torquados.
- Deben limpiarse los frenos de tambor.

Mezclar las llantas

Generalmente las llantas no deben ser mezcladas en ningún vehículo, para obtener un máximo rendimiento se deben utilizar llantas de la misma medida, marca y modelo. Solo algunos vehículos vienen diseñados con diferentes medidas entre las llantas de atrás y las de adelante.

Rotación de las Llantas

Debido a que cada llanta del vehículo carga diferente peso, y el manejo en las carreteras no siempre es parejo, algunas llantas tienden a gastarse más que otras, por eso se deben rotar las llantas entre 5.000 y 10.000 kilómetros dependiendo del manejo y de la dureza de la llanta, la rotación siempre depende del tipo de vehículo, en el manual del propietario debe aparecer como deben rotarse las llantas, si no aparece, en la siguiente grafica identificamos un diagrama de rotación.

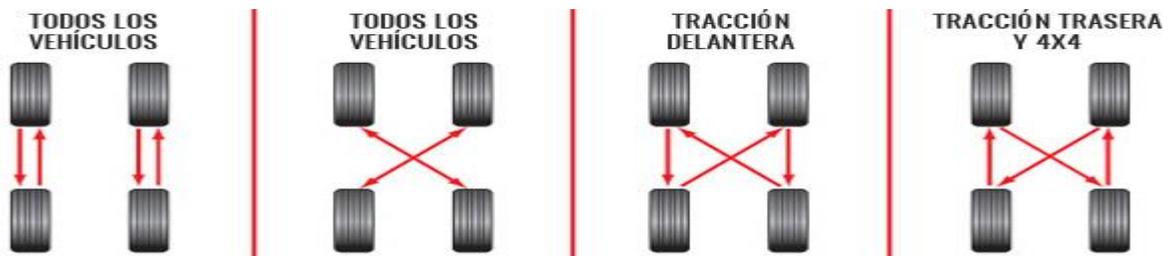


Ilustración 6 Rotación de Llantas <http://www.virtualllantas.com/>

Alineación

La alineación del vehículo es uno de los factores más importantes en el cuidado de su carro y de sus llantas, una mala alineación puede deteriorar la suspensión de su vehículo, desgastar sus llantas de manera irregular y sacrificar agarre y tracción para el automotor, siempre que cambien rines o llantas se debe alinear y si tiene caídas fuertes en huecos o mucha exigencia en curvas también lo debe hacer, como medida de seguridad se debe alinear el carro entre 20.000 km y 30.000 km después de la última alineación.

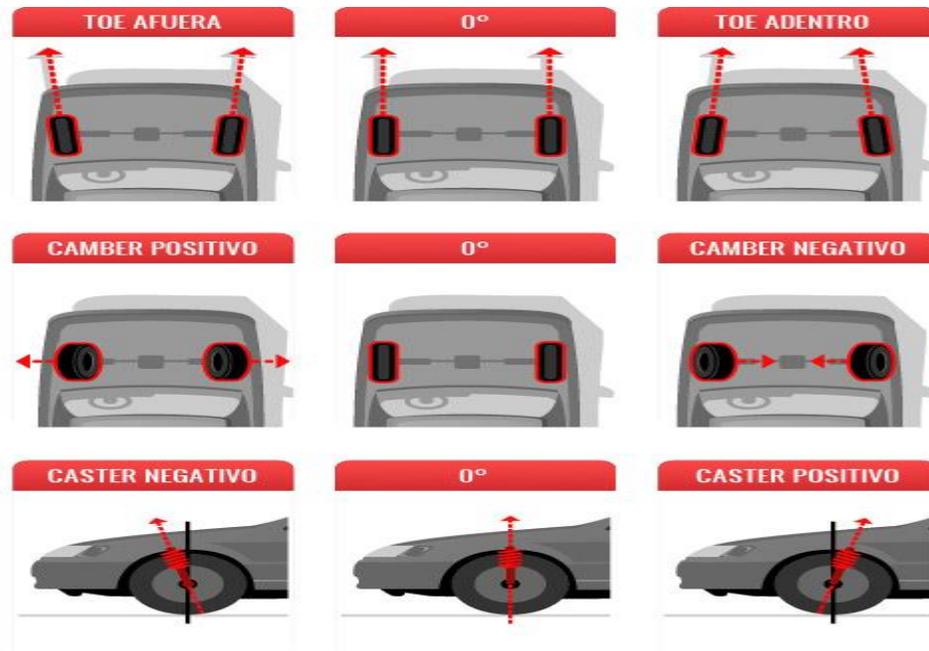


Ilustración 7 Alineación de un Vehículo <http://www.virtuallantas.com/>

5.1.6 Aplicación de la metodología RCM de gestión de activos

Dentro de esta investigación se propone la aplicación de un plan de acción el cual está basado en RCM (Reliability Centered Maintenance) por sus siglas en inglés o en español Mantenimiento Centrado en la confiabilidad es una metodología para el desarrollo de un plan de mantenimiento basada en el análisis de fallos o tiempo medio entre fallas.

El mantenimiento centrado en Confiabilidad (MCC), o Reliability Centered Maintenance (RCM), ha sido desarrollado para la industria de la aviación civil desde hace más de 30 años, el proceso permite determinar cuáles son las tareas de mantenimiento adecuadas para cualquier activo físico.

El RCM ha sido utilizado en miles de empresas de todo el mundo: desde grandes empresas petroquímicas hasta las principales fuerzas armadas del mundo utilizan RCM para determinar las tareas de mantenimiento de sus equipos, incluyendo la gran minería, generación eléctrica, petróleo y derivados, metal-mecánica, etc. la

norma SAE JA1011 especifica los requerimientos que debe cumplir un proceso para poder ser denominado un proceso RCM.

Según esta norma, las 7 preguntas básicas del proceso RCM son:

1. ¿Cuáles son las funciones deseadas para el equipo que se está analizando?
2. ¿Cuáles son los estados de falla (fallas fusionales) asociados con estas funciones?
3. ¿Cuáles son las posibles causas de cada uno de estos estados de falla?
4. ¿Cuáles son los efectos de cada una de estas fallas?
5. ¿Cuál es la consecuencia de cada falla?
6. ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir la falla?
7. ¿Qué hacer si no puede encontrarse una tarea predictiva o preventiva

Conceptos del RCM

El RCM muestra que muchos de los conceptos del mantenimiento que se consideraban correctos son realmente equivocados. En muchos casos, estos conceptos pueden ser hasta peligrosos, por ejemplo, la idea de que la mayoría de las fallas se producen cuando el equipo envejece ha demostrado ser falsa para la gran mayoría de los equipos.

El contexto operacional

Antes de comenzar a redactar las funciones deseadas para el activo que se está analizando (primera pregunta del RCM), se debe tener un claro entendimiento del contexto en el que funciona el equipo, por ejemplo, dos activos idénticos operando en distintas plantas, pueden resultar en planes de mantenimiento totalmente distintos, de acuerdo a lo anterior se debe tener claro si la aplicación de la llanta es la correcta, es decir, el tipo de la llanta usada en estos vehículos con esas

dimensiones es la adecuada, ¿esta misma llanta en otra posición del automotor o en otro tipo de vehículo tendría un mayor rendimiento?

Funciones

El análisis de RCM comienza con la redacción de las funciones deseadas, por ejemplo, y para la aplicación directa en la investigación la función de la llanta es la de mantener la adherencia del vehículo a la superficie asfáltica o vía y dar una buena resistencia al desgaste.

Fallas Funcionales

Las fallas funcionales o estados de falla identifican todos los estados indeseables del sistema, por ejemplo, para este tipo de llanta se podrían identificar modos de falla tales como incapacidad de sostener el aire necesario para operar normalmente y la incapacidad de dar el rendimiento requerido para este tipo de llanta, una a vez identificadas todas las funciones deseadas de un activo, identificar las fallas funcionales es un problema trivial.

Modos de falla

Un modo de falla es una posible causa por la cual un equipo puede llegar a un estado de falla, por ejemplo, baja presión de aire es un modo de falla que hace que la llanta llegue al estado de falla identificado por la falla funcional incapacidad de sostener el aire necesario, cada falla funcional suele tener más de un modo de falla, todos los modos de falla asociados a cada falla funcional deben ser identificados durante el análisis de RCM.

Los efectos de falla

Para cada modo de falla deben indicarse los efectos de falla asociados, el efecto de falla es un breve descripción de qué pasa cuando la falla ocurre, por ejemplo, el efecto de falla asociado con el modo de falla baja presión de aire podría ser el siguiente:

A medida que el vehículo rueda la llanta va perdiendo presión de aire de forma gradual, esto hace que la dirección empiece a sentirse “dura” hasta el punto en que el manejo se dificulte y se debe detener la marcha, eso retrasa la llegada del vehículo a su destino y por consiguiente afecta la operación, teniendo en cuenta lo anterior, es claro que los efectos de la falla deben indicar claramente cuál es la importancia que tendría la falla al producirse

Categoría de consecuencias

La falla de un equipo puede afectar a sus usuarios de distintas formas:

- Poniendo en riesgo la seguridad de las personas, (consecuencias de seguridad)
- Afectando al medio ambiente, (consecuencias de medio ambiente).
- Incrementando los costos o reduciendo el beneficio económico de la empresa, (consecuencias operacionales)
- Ninguna de las anteriores (consecuencias no operacionales)
- Falla en algún elemento oculto que no sea visible para el operario (falla oculta)

Teniendo en cuenta lo anterior se harán análisis utilizando herramientas del RCM aplicadas a la investigación y a la detección de las posibles fallas en el todos los sistemas que influyan en el desgaste irregular de las llantas.

Sistemas para análisis de RCM

Dentro del proceso de análisis además de las llantas es necesario hacer una revisión a todos los sistemas complementarios o que pueden ser causantes de dicho desgaste, por lo tanto se hará una inspección detallada de los sistemas relacionados a continuación:

Sistema llantas

Dentro del análisis se ha enfatizado en todos los aspectos relacionados con este sistema, por lo tanto a continuación no se ampliara el concepto de las llantas como sistemas, únicamente se reseña como uno de los sistemas que están dentro del proceso de análisis.

Sistema suspensión

La función del sistema de suspensión de un vehículo es sostener el peso del mismo, absorber las sacudidas de marcha, permitir al conductor dirigir el vehículo eficientemente y proporcionar confort y seguridad a sus ocupantes, cuando este sistema trabaja correctamente se ejecutan cuatro áreas básicas:

- Mantener en contacto las llantas en el camino y altura de marcha
- Soportar el peso del vehículo
- Reducir los saltos del vehículo y mantener el control
- Mantener las ruedas alineadas

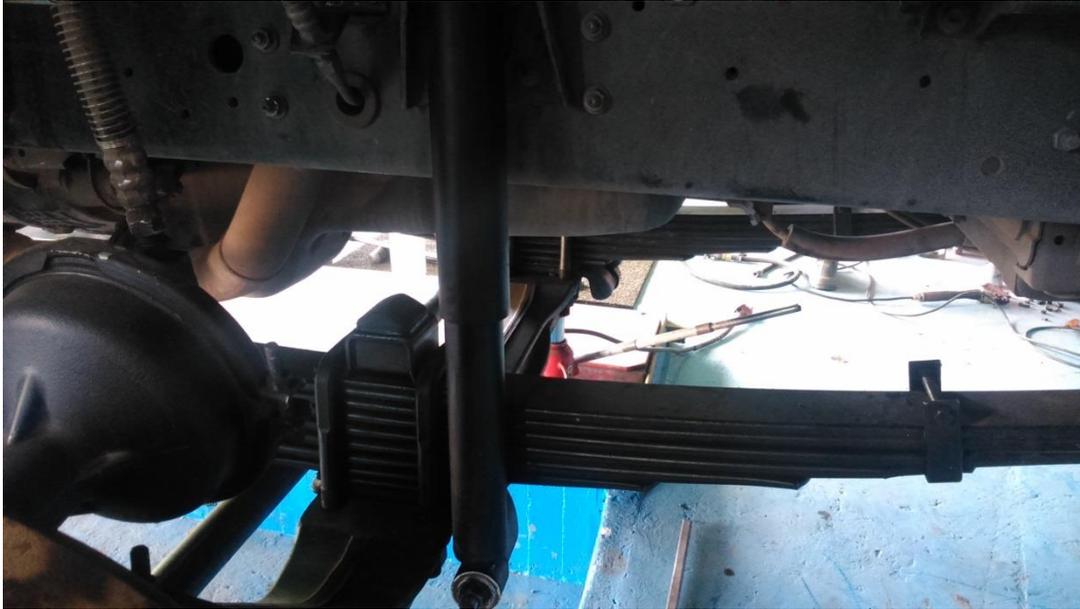


Gráfico 3 Suspensión de muelles con amortiguador. Fuente: imagen del proceso

Dentro de este sistema y teniendo en cuenta el tipo de vehículos objeto de la investigación, se deben tener en cuenta partes específicas para su revisión y posible afectación en la falla presentada, algunas de estas son:

Amortiguadores:

Hacen parte del sistema de suspensión, disminuyen la rigidez del vehículo y le dan suavidad en la marcha del mismo, el amortiguador es un dispositivo que atenúa las oscilaciones de un vehículo al forzar el paso de aceite a través de un sistema de válvulas de magnitud pequeña, sirve para controlar el movimiento del vehículo y mantener las llantas adheridas al piso, por tal motivo se hace relevante su revisión y posible afectación con la falla estudiada.

Rodamientos:

Los rodamientos acompañan a cada rueda del vehículo en su respectivo conjunto de suspensión, existen otros tipos para diferentes aplicaciones que no son los

vehículos, en general son 2 círculos metálicos concéntricos de diferente diámetro unidos ya sea por unas balineros o rodillos, se alojan y apoyan en el “cacho”, los cuales en función del diseño, sirven de soporte a los frenos de campana o a los de disco además de soportar cargas que llegan en cualquier ángulo, esto hace que sea necesaria la revisión o cambio para la identificación de la posible afectación a la falla.

Rotulas

Las rótulas permiten el movimiento de la suspensión en los tres ejes, son partes pequeñas en relación al esfuerzo que realizan y al desgaste que sufren, por lo cual su diseño y fabricación es muy importante para la seguridad de los ocupantes del vehículo, se consideran una de las partes más importantes de la suspensión, desde el punto de vista mecánico, permite el movimiento en toda dirección (arriba, abajo y el giro de las ruedas) y es la unión entre el porta mango y los brazos de control, desde el punto de vista seguridad, por su función, no puede ser una parte muy grande, debe ser pequeña y por lo tanto muy resistente, también es la parte de mayor desgaste por ser la de mayor movimiento, esto hace que sea necesaria su revisión dentro de la investigación.

Splinders

También conocidos como pasadores de punta del eje, estos unen el eje rígido con el brazo también conocido como “cacho”, sobre el cual se acoplan los rodamientos sobre estos las pistas o cojinetes de bocín y sobre estos el rin sobre el cual va montado el neumático.

Brazo dirección

Este brazo permite la unión por medio de las rotulas de las dos posiciones delanteras y repartir la fuerza ejercida por la caña de la dirección, transmitida por la

caja de la dirección, el sin fin de la caja el cual por medio del brazo de la caja se una al llamado cacho para dar dirección al vehículo.



Gráfico 4 Brazo de dirección y sistema de rótulas. Fuente imagen del proceso

5.2 ESTADO DEL ARTE

5.2.1 Local

Diseño de un plan de actividades para optimizar el costo por kilómetro en llantas para una empresa de transporte de carga, donde se evaluaron los criterios de selección y construcción de las llantas con el fin de alargar la vida útil de las mismas estableciendo controles mediante planes de medición para disminuir los costos por kilómetro sin incrementar la inversión autores: Dalida Chacón Vargas y Luis Carlos Mayorga del año 2012.

Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para tracto camiones de una agencia logística en una compañía de la industria militar, donde determinaron los proveedores de llantas, necesidades anuales de la flota y el costo de la llantas para cada uno de los vehículos del ejército autores: Alejandro Silva Riaño y Oscar Javier Perez Vega del año 2013.

Plan de mantenimiento preventivo por paquetes para automóviles mercedes Benz concesionario mercedes Benz Bogotá, enfatizaron en el mantenimiento general de llantas, alineación, balanceo y rotación de acuerdo al tipo de llantas y gamas de vehículos, autores: Diego Hernando Gil Balceró y Adriana Marcela Matallana Contreras del año 2009.

Diseño programa de Mantenimiento preventivo para los buses articulados Volvo con tecnología Euro IV para el portal de Usme. El autor se enfoca en establecer las rutinas de mantenimiento preventivo, análisis de inventarios para la obtención de stock mínimos como un elemento de alta rotación lo cual se hace indispensable evaluar como un componente crítico de la organización autor: Oscar David Jaramillo Álzate.

Reestructuración del plan de mantenimiento para la flota de vehículos Mercedes Benz existente en la empresa SI99 S.A. año 2010, autores John Edison

Hernández Castro y René Alejandro Manrique. Sus autores buscaban restaurar y mejorar un plan de mantenimiento ya existente levantando información, analizan, validan y generan un concepto de mejoramiento pero no hacen mucho énfasis en las llantas, dicen que para esta operación se instalan cauchos originales

5.2.2 Internacional.

A nivel internacional se encontraron tesis y monografías

Otra investigación encontrada fue la realizada por la empresa Goodyear México en el año 2007 donde enfatizaron en los problemas de desgaste en llantas y concluyeron que para mantener una vida útil y fiabilidad de las llantas mayor se deben controlar la rotación, alineación y balanceo, mantener una adecuada presión y procurar darle un buen uso o buena maniobrabilidad y un buen mantenimiento del sistema de suspensión para disminuir las vibraciones ya que es un factor relevante en el desgaste escalonado de las llantas.

Empresa Goodyear México en el año 2007 donde enfatizaron en los problemas de desgaste en llantas y concluyeron que para mantener una vida útil y fiabilidad de las llantas mayor se deben controlar la rotación, alineación y balanceo, mantener una adecuada presión y procurar darle un buen uso o buena maniobrabilidad y un buen mantenimiento del sistema de suspensión para disminuir las vibraciones ya que es un factor relevante en el desgaste escalonado de las llantas.

Realizada por Jorge Carabao y Patricio Solano en la ciudad de Cuenca Ecuador en el año 2008, los autores enfatizaron en el diseño, rendimiento y aplicación de RCM en llantas de construcción radial analizando el modo de falla y efectos dividiendo en grupos y subsistemas de mantenimiento para su estudio aplicando los diagramas de decisión para implementar un programa de mantenimiento con frecuencias y parámetros establecidos.

Se realizó una monografía sobre la situación actual de las llantas en desuso en Guatemala, con la finalidad de determinar las opciones que permitieran un uso adecuado, económicamente rentable y que además se ajuste a nuestras necesidades y los recursos del país autor: Luz María Guevara Abauta, Guatemala año 2008.

Oferta y demanda de llantas en Lima Perú; Año 2007; autor Grecia Rojas

Huarcaya analiza la oferta y la demanda de llantas que es el mecanismo de formación de precios, y establece que el precio del mercado de un bien o servicio es aquel que se igualan la oferta y la demanda, la manera de cómo se establecen los precios para lograr la atención del consumidor, el cual está dispuesto a pagar o recibir distintas cantidades. Cuanto mayor es el precio del producto, mayor es la cantidad de empresas dispuestas a fabricarlo y colocarlo en el mercado, con la expectativa de venderlo a un precio elevado incrementando su beneficio, de modo que a medida que el precio aumenta la oferta lo hace igualmente

Una buena síntesis que resumen los trabajos encontrados sobre el desgaste irregular de llantas podemos enunciar las siguientes investigaciones, la primera realizada por Jesús Antonio Navarrete de ciudad de México en el año 2004 y plasmado en la publicación técnica 263, el cual investigó sobre el efecto vial en los ejes y llantas según su inclinación y eje variable concluyó que con la implementación de ejes variables se puede reducir el desgaste de llantas cuando su mayor uso es en terreno llano.

5.2.3 Nacionales

En el mercado nacional existen varias empresas dedicadas a la gestión de activos enfocados al mantenimiento y proyección de la vida útil de las llantas, realizando los procesos de medición e inspección de los componentes y partes de las con el fin de alargar mejorar su rendimiento y disminuir el costo por kilometraje de las llantas,

entre ellas encontramos a Red llantas Es una empresa joven conformada por socios con más de 25 años de experiencia en la industria. La compañía inició actividades en el año 2004 en la ciudad de Medellín cuentan con una trayectoria de más de 8 años, posicionada como una de las empresas líderes a nivel nacional en la distribución de llantas en toda Colombia.

Por otra parte encontramos compañías nacionales que se dedican al reencauche y recuperación de llantas lo cual genera un valor agregado a las compañías debido que el costo por llanta se reducen en un 30 % siempre y cuando se proyecte adecuadamente el retiro de las llantas con el fin de aprovechar los cascotes entre ellas encontramos a Compañía Llantera fundada El 27 de junio de 1995, en la ciudad de Medellín (Antioquia), se constituyó jurídicamente y se define como sede de operaciones una bodega en el barrio Carvajal de la ciudad de Bogotá en donde se realiza el montaje de la planta de producción donde realizan el proceso de reencauche para llantas OTR y camión.

Por otra parte se encontró una investigación sobre mantenimiento preventivo de llantas realizada por Eduardo González Solís, de la universidad tecnológica de Pereira en el año 2012, donde enfatizó en la incidencia del aumento de temperatura el cual genera desgaste prematuro en las llantas, se concluyó que para este tipo de marca de llantas se tenían problemas en los compuestos químicos usados en el proceso de producción.

Mantenimiento preventivo de llantas realizada por Eduardo González Solís, de la universidad tecnológica de Pereira en el año 2012 [8] , donde enfatizó en la incidencia del aumento de temperatura el cual genera desgaste prematuro en las llantas, se concluyó que para este tipo de marca de llantas se tenían problemas en los compuestos químicos usados en el proceso de producción.

Estudio de factibilidad para la instalación de una planta recicladora de llantas usadas en la ciudad de Ibagué realizado por Leonardo Alberto Villa y Juan David Barreto investigaron sobre la problemática ambiental que persiste por el manejo irresponsable de la llantas usadas en Colombia, proponen la ciudad de Ibagué por su ubicación estratégica para la recolección de dicho caucho , destacando su gran aporte y valor regional dados los impactos y beneficios que genera tanto en lo social como en lo ambiental y económico.

5.3 Marco Legal

Dentro de las normas que hacen parte de la investigación encontramos que la falla presentada puede generar afectaciones a las normas de tránsito consignadas en la ley 769 de 2002 del Código nacional de Tránsito Terrestre en el artículo 28 donde se señalan las condiciones técnico mecánicas de gases y operación para que un vehículo pueda transitar por el territorio nacional y el artículo 18 de la resolución 3500 de 2005 donde se señalan los aspectos mínimos que se deben revisar para obtener el certificado de la revisión tecno mecánica los cuales fueron fijados en la NTC 5375 las cuales rigen este tipo de partes en los vehículos tanto en su revisión como en operación.

Otro de los aspectos relevantes y en concordancia con la protección ambiental es el de la correcta disposición final de este elemento el cual genera un alto contenido toxico lo que hace que su uso posterior este reglamentado y controlado por las autoridades ambientales, uno de los objetivos de esta investigación disminuir la pila de desecho de llanta usada lo cual está reglamentado en la resolución 1457 del 29 de julio de 2010 del ministerio del medio Ambiente vivienda y desarrollo territorial.

6 TIPO DE INVESTIGACIÓN

6.1 Investigación Descriptiva

De acuerdo al trabajo realizado este se considera una Investigación descriptiva, también conocida como la investigación estadística, la cual describe los datos y este debe tener un impacto y en las vidas, de las personas que lo rodean, El objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas, de tal forma que se puedan eventualmente formular posibles cambios en todas las situaciones descritas ya sea para una persona, una comunidad, una empresa, un área de esta o en este caso específico en el área de mantenimiento de vehículos.

Teniendo en cuenta lo anterior se analizara por qué este tipo de investigación es el más adecuado para el desarrollo de esta monografía.

Es claro que todos los elementos que enmarcan la investigación descriptiva se basan en la observación, para este caso la descripción del comportamiento de los elementos de rodaje de los vehículos objeto de este trabajo, su función, su aplicación, las características físicas, su construcción y como enfoque específico por qué han presentado irregularidades en su funcionamiento normal.

De igual forma se revisan algunos de los aspectos del desarrollo de las actividades que se enfocan en el adecuado funcionamiento de este elemento, inspección física, revisiones, planes de mantenimiento, ejecución de los mismos, seguimiento y control tanto al número de llantas como a los costos generados por el reemplazo de llanta nueva y al reencauche de las mismas.

En la siguiente ilustración se encuentran los diferentes tipos de investigación, dentro del cual se encuentra la que se utiliza para el desarrollo del esta monografía.

TIPO DE INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS
• Histórica	Analiza eventos del pasado y busca relacionarlos con otros del presente.
• Documental	Analiza la información escrita sobre el tema objeto de estudio.
• Descriptiva	Reseña rasgos, cualidades o atributos de la población objeto de estudio.
• Correlacional	Mide grado de relación entre variables de la población estudiada.
• Explicativa	Da razones del por que de los fenómenos.
• Estudios de caso	Analiza una unidad específica de un universo poblacional.
• Seccional	Recoge información del objeto de estudio en oportunidad única.
• Longitudinal	Compara datos obtenidos en diferentes oportunidades o momentos de una misma población con el propósito de evaluar cambios.
• Experimental	Analiza el efecto producido por la acción o manipulación de una o mas variables independientes sobre una o varias dependientes.

Ilustración 8 Clasificación de tipos de investigación. Fuente: Presentación de proyectos UECCI <http://bogota.ecci.edu.co/>

7. MARCO METODOLÓGICO

7.1 Recolección de Información

Para el adecuado desarrollo de este trabajo es necesario hacer una recolección de información detallada, esto con el fin de identificar las causas reales de la falla, por tal motivo se desarrollara un paso a paso para determinar gradualmente si es posible corregir la falla por medio de la aplicación de RCM o si se requiere de otra metodología que dentro de su configuración tenga herramientas diferentes que apliquen a este caso específico y que arrojen los resultados deseados.

De acuerdo a esto a continuación se muestran dos cuadros bases para la recolección de información aplicada específicamente al análisis que se desarrolla en RCM, uno de ellos en el cuadro de hoja de decisiones donde se evalúan las consecuencias de la falla, se priorizan las tareas propuestas y se les da una frecuencia y una asignación de responsabilidades.

El segundo cuadro es la hoja de información de RCM donde se aclaran las funciones del sistema a trabajar, cuales son los subsistemas de este y se identifican la falla funcional, el modo de falla y los efectos de la falla.

HOJA DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA: RODAJE	SISTEMA No	Facilitador: Rafael Cabra, David Silva	Fecha 05-12-2014	Hoja
		SUBSISTEMA: LANTAS, DIRECCION Y SUSPENSION	SUBSISTEMA No	Auditor: Naguel Uribe	Fecha	de
FUNCIÓN		MODOS DE FALTA (Causa del fallo)		EFECTO DE FALTA (Que sucede cuando se produce una falla)		
1	Transmitir potencia del vehículo con el suelo y brindar estabilidad al conductor la cual no debe superar los 10 m/km en línea recta.	A	Falida de adherencia	1	Hombros con presencia de desgaste	El vehículo presenta castañeo en el timón de la dirección
			2	Banda de rodamiento con desgaste irregular	El vehículo pierde adherencia a suelo y pierde potencia	
			3	Acó deformado	Óbilidad en la llanta y pérdida de resistencia a impactos frontales	
			4	Falón con fisuras	Deformación de la llanta y pérdida de la seguridad	
			5	Colores en la carcasa	Deformación de la llanta y pérdida de resistencia en los costados	
			1			
			2			
			3			
			4			
			5			
2	Modificar la trayectoria del vehículo	A	1	Ferminales de dirección con desgaste	Ruido al momento de girar a vehículo	
			2	Rodulas con falta de lubricación	Desgaste prematuro por falta de lubricación	
			3	Quadrado de la rodula desprendido	Acumulación de impurezas y deterioro prematuro	
			4	Barra de dirección doblada	Dureza en la dirección y no facilita el giro del vehículo	
			5	Splinters con desgaste en bujes	Holguras excesivas en la suspensión del vehículo	
			6	Desgaste en cunezas de la dirección	Ruido en la caña de dirección con deficiencia al girar	
			1			
			2			
			4			
			5			
3	Confort y seguridad del vehículo	A	1	Amortiguadores con fugas	Contaminación y exceso de carga a los costados de la cabina	
			2	Cilindro amortiguación defectuoso	Golpeteo en los caminos de los cueros	
			3	Soportes de suspensión rotos	Ruidos en la cabina y golpeteo	
			4	Hojas de resorte rosts	Propagación de ruidos en las demás hojas	
			5	Balancones y pasadores desgastados	Holguras excesivas en la suspensión del vehículo	
			6	Bujas de balancas deteriorados	Ruido y holguras excesivas en la suspensión del vehículo	
			1			
			2			
			4			
			5			

Ilustración 10 Cuadro de decisión teniendo como base la metodología RCM fuente: Desarrollo de la investigación.

De igual forma a continuación se realiza una descripción de los equipos objeto de investigación, los cuales para este caso corresponde a vehículos tipo camión de eje sencillo, modelo 2012 marca Chevrolet, con capacidad de carga de 9 toneladas.

A continuación se relacionan algunas de sus características técnicas.

MOTOR	
Marca / Código	6HK1-TCN
Tipo	Turbo-cargado intercooler
Ubicación	delantera / longitudinal
Desplazamiento (cc)	7.790
Nro. de Cilindros	6 en línea
Potencia (hp @ rpm)	240 @ 2.400
Torque (kg-m @ rpm)	71.9 @ 1.450
Alimentación	Inyección directa
Sistema de Inyección	Common rail
Nivel Emisiones	Euro II
Combustible	Diesel

TRANSMISIÓN	
Marca / Código	MZW6P
Tipo	T/M 6 Vel. (D/D)
Relaciones 1ª (Baja / Alta)	6.615
6ª (Baja / Alta)	0.722
Reversa	6.615
Relación final de eje	6.143
Tracción	4x2

CHASÍS		
Dirección	Hidráulica de Tornillo y bolas recirculantes	
Suspensión Delantera	Ballesta Semi-elíptico	
Amortiguadores Delanteros	Hidráulicos, telescópicos de doble acción	
Suspensión Trasera	Ballesta Semi-elíptico	
Amortiguadores Traseros	Hidráulicos, telescópicos de doble acción	
Sistema de Freno	Tipo	100% Aire
	Delantero	Tambor
	Traseros	Tambor
	Freno de Motor	Sí
Medidas de Llantas	Freno de parqueo	Sobre ruedas posteriores
	Delanteras	275/70R 22.5
	Traseras	275/70R 22.5

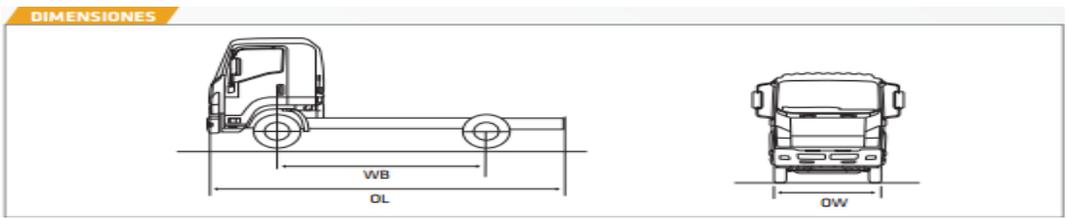
PESOS Y CAPACIDADES	
Peso Bruto Vehicular (kg)	15.000
Capacidad de Carga (kg)	9.985
Capacidad Máx.	Eje Delantero (Kg) 6.300
	Eje Trasero (Kg) 9.200
Tanque de combustible (L)	200

CONTROLES Y MEDIDORES	
Odómetro	Sí
Tacómetro	Sí
Temperatura del refrigerante	Sí

EQUIPOS Y ACCESORIOS	
Columna de dirección telescópica y ajustable en altura	Sí
Calefactor	Sí
Radio: AM/FM - CD - USB con 2 parlantes y antena	Sí
Asiento conductor: neumático regulable en altura y posición	Sí
Vidrios eléctricos	Sí
Tipo de cabina abatible	Sí
Parrilla delantera abatible	Sí
Llanta de repuesto	Sí

DIMENSIONES	
WB (Distancia entre ejes) (mm)	5.050
OL (Longitud Total) (mm)	8.505
OW (Ancho Total) (mm)	2.400

SISTEMA ELÉCTRICO	
Voltaje sistema Eléctrico	24V
Batería	12V 52Ah
Cantidad de baterías	2 - serie
Alternador	24V-60A



Ilustración 11 Características técnicas camión Chevrolet FTR Fuente: <http://www.chevrolet.com.co/>

Cronograma de actividades

SEMANA											
ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PASO 1	█										
PASO 2		█	█								
PASO 3				█	█						
PASO 4						█	█				
PASO 5								█	█		
PASO 6										█	█

Se plantea la ejecución de las actividades en un tiempo promedio de 11 meses, se determina este tiempo teniendo en cuenta que la vida útil de una llanta en primera vida tiene una duración en promedio de 90 mil kilómetros los cuales para esta flota se cumplen en un tiempo aproximado de 10 meses.

Paso 1.

Revisión general

Se tomara como base el desgaste irregular ya definido realizando mediciones periódicas con un intervalo promedio de cada tres días entre cada revisión para así tomar las muestras de medición con el fin de evaluar su desviación, uno de los factores más determinantes dentro de esta revisión será la presión de aire de las llantas, que es la causa principal por la que las llantas pueden presentar este desgaste.

Esta revisión será realizada por el técnico del proveedor en lo posible con la persona encargada del área de llantas y de las personas que están desarrollando esta investigación, debemos tener en cuenta que los datos aquí relacionados corresponden a un acercamiento al problema y no son determinantes para la toma de acciones adicionales a la de calibración de llantas, en caso de encontrar dentro de la muestra un numero representativo de bajas presiones se hará un plan de trabajo enfocado directamente a este tema.



PRESIONES		TOMA 1			TOMA 2			TOMA 3			PRESION RECOMENDADA
PLACA	REGIONAL	POS 1	POS 2	FECHA	POS 1	POS 2	FECHA	POS 1	POS 2	FECHA	
SZP560	BOGOTA	80	88	23-oct	82	83	20-nov				95
SZP561	BOGOTA	88	90	20-nov							95
SZP564	COSTA NORTE	OK	OK	20-nov							95
SZP567	BOGOTA	OK	OK	22-nov	OK	OK	24-nov	OK	OK	03-dic	95
SZP568	BOGOTA	85	78	25-nov	80	78	28-nov	80	82	03-dic	95
SZP569	BOGOTA	86	88	20-nov							95
SZP570	COSTA NORTE	OK	OK	22-nov							95
SZP571	BOGOTA	88	91	20-nov	84	81	24-nov				95
SZP573	ORIENTE	88	90	20-nov							95
SZP575	BOGOTA	OK	OK	21-nov	OK	OK					95
SZP578	COSTA NORTE	OK	OK	22-nov							95
SZP581	COSTA NORTE	OK	OK	25-nov							95
SZP583	COSTA NORTE	OK	OK	20-nov							95
SZP587	BOGOTA	OK	OK	22-nov	OK	OK					95
SZP588	BOGOTA	OK	OK	23-nov	OK	OK					95
SZP589	BOGOTA	80	88	21-nov	82	88	24-nov				95
SZP592	BOGOTA	88	86	25-nov	86	88	03-dic				95
SZP593	BOGOTA	OK	OK	26-nov	OK	OK	28-nov	OK	OK	02-dic	95
SZP595	BOGOTA	87	88	20-nov							95
SZP597	BOGOTA	80	82	21-nov	77	78	24-nov				95
SZP598	BOGOTA	90	92	20-nov							95
SZP599	BOGOTA	OK	OK	21-nov	OK	OK					95
SZP600	BOGOTA	84	82	20-nov	88	86	28-nov				95
SZP602	BOGOTA	OK	OK	21-nov	OK	OK					95
SZP603	BOGOTA	OK	OK	22-nov	OK	OK	27-nov	OK	OK	01-dic	95
SZP604	BOGOTA	OK	OK	21-nov	OK	OK					95
SZP605	BOGOTA	OK	OK	21-nov	OK	OK					95
SZP606	BOGOTA	82	83	20-nov							95
SZP608	BOGOTA	93	95	24-nov	90	90	28-nov	94	90	03-dic	100
SZP612	COSTA NORTE	95	92	24-nov							100
SZP612	COSTA NORTE	OK	OK	25-nov							100
SZP614	BOGOTA	OK	OK	25-nov	OK	OK					95
SZP616	BOGOTA	85	86	20-nov	87	86	03-dic				95
SZP617	BOGOTA	OK	OK	21-nov	OK	OK	26-nov	OK	OK	03-dic	95
SZP618	BOGOTA	OK	OK	22-nov	OK	OK	26-nov	OK	OK	03-dic	95
SZP619	BOGOTA	OK	OK	20-nov	OK	OK					95
SZP620	BOGOTA	84	82	25-nov	82	88	01-dic				95
SZP621	BOGOTA	82	84	21-nov	88	86	28-nov				95
SZP622	COSTA NORTE	OK	OK	22-nov							95
SZP623	ANTIOQUIA	88	86	21-nov							95
SZP624	EJE CAFETERO	OK	OK	25-nov							95
SZP632	BOGOTA	OK	OK	22-nov	OK	OK					95
SZP635	EJE CAFETERO	OK	OK	25-nov							95
SZP638	BOGOTA	OK	OK	23-nov	OK	OK					80
SZP639	BOGOTA	76	78	21-nov	75	79	28-nov				80
SZP640	BOGOTA	OK	OK	22-nov	OK	OK					80
SZP641	BOGOTA	75	78	23-nov							80
SZP642	BOGOTA	OK	OK	23-nov	OK	OK					80
SZP644	BOGOTA	78	75	20-nov	78	76	24-nov				80
SZP645	BOGOTA	OK	OK	21-nov	OK	OK					80
SZP646	BOGOTA	OK	OK	23-nov	OK	OK					80
SZP648	BOGOTA	OK	OK	20-nov	OK	OK					80
SZP652	BOGOTA	75	72	25-nov	65	46	01-dic				80
SZP653	BOGOTA	OK	OK	26-nov	OK	OK					80
SZP654	BOGOTA	OK	OK	25-nov	OK	OK					80

SZP655	COSTA NORTE	OK	OK	20-nov							80
SZP656	BOGOTA	70	74	24-nov	76	75	28-nov	72	74	01-dic	80
SZP657	BOGOTA	78	80	20-nov							80
SZP657	BOGOTA	OK	OK	21-nov	OK	OK					80
SZP658	BOGOTA	OK	OK	24-nov	OK	OK					80
SZP661	BOGOTA	76	78	21-nov	72	74	27-nov				80
SZP662	BOGOTA	OK	OK	22-nov	OK	OK					80
SZP663	BOGOTA	OK	OK	23-nov	OK	OK					80
SZP665	BOGOTA	80	83	20-nov	88	86	28-nov				80
SZP666	BOGOTA	71	78	21-nov	OK	OK	28-nov				90
SZP667	BOGOTA	OK	OK	24-nov	OK	OK					90
SZP668	BOGOTA	OK	OK	20-nov	OK	OK	28-nov	OK	OK	02-dic	80
SZP669	COSTA NORTE	OK	OK	25-nov							95
SZP671	BOGOTA	OK	OK	25-nov	OK	OK					90
SZP672	BOGOTA	86	69	24-nov	92	96	28-nov	65	95	03-dic	100
SZP673	BOGOTA	87	86	24-nov	85	88	01-dic				100
SZP674	BOGOTA	88	90	20-nov	86	88	24-nov				100
SZP675	COSTA NORTE	OK	OK	22-nov							100
SZP676	BOGOTA	95	94	25-nov	98	96	02-dic				100
SZP676	BOGOTA	OK	OK	26-nov	OK	OK					100
SZP678	BOGOTA	95	92	28-nov							100
SZP679	OCCIDENTE	85	83	20-nov							100
SZP680	BOGOTA	92	93	21-nov	80	80	24-nov				100
SZP681	COSTA NORTE	86	88	21-nov							100
TZR226	BOGOTA	92	95	20-nov							100
TZR227	BOGOTA	OK	OK	21-nov	OK	OK					95
TZR228	BOGOTA	OK	OK	22-nov	OK	OK					100
TZR229	BOGOTA	94	96	25-nov	95	98	01-dic				100
TZR230	BOGOTA	96	95	24-nov							100
TZR231	BOGOTA	OK	OK	23-nov	OK	OK	28-nov	OK	OK	01-dic	100
TZR232	ANTIOQUIA	85	88	24-nov							100
TZR234	BOGOTA	90	92	20-nov	87	90	25-nov	87	85	02-dic	100
TZR235	BOGOTA	OK	OK	21-nov	OK	OK					95

Ilustración 11 Cuadro de inspecciones de presión de inflado de la flota a nivel nacional, Fuente: Desarrollo de la investigación

Como se observa en la tabla anterior se identifica en una proporción realmente pequeña, (5 vehículos) que la presión de inflado no es la causa principal del desgaste irregular de las llantas, ya que después del seguimiento realizado por más de un mes a los vehículos donde se efectuaron las tomas periódicas, solamente una pequeña porción de las unidades presento baja presión de llantas después de haberlos calibrado, es decir, luego de la primera revisión y calibración de estas solo algunos presentaron nuevamente baja presión en la segunda y tercera revisión, eso significa que es posible que la causa de esta sean otros factores o que confluyan varios elementos que generan la falla.

Paso 2

Se verificará la proyección de la vida útil de las llantas teniendo en cuenta los resultados de las mediciones, verificaremos la proyección de vida útil de las llantas

de algunos vehículos los cuales fueron objeto de inspección y seguimiento, especialmente los que presentaron baja presión, en esta parte de la investigación se hace necesario contar con aspectos como la proyección e histórico de consumo de llantas tanto en volumen como en costos, para esto se realiza un análisis comparativo entre los costos de llantas mes a mes y un comparativo entre las actividades programadas versus las actividades realizadas.

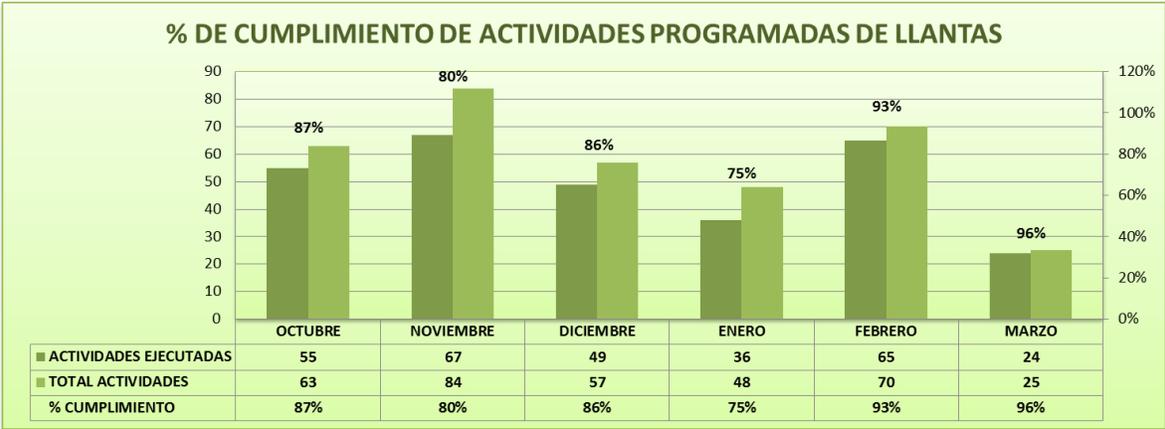


Ilustración 13 Cuadro de indicador de actividades programadas versus las realizadas, Fuente: Desarrollo de la investigación

El cuadro muestra que las actividades programadas se ejecutan en un buen porcentaje por encima del 91% generando un control efectivo a el cuidado de las llantas, esto permite identificar novedades antes que el caucho se deforme y se pierda un porcentaje importante de llanta que se traduce directamente en sobre costos para la organización,

Paso 3.

Se evaluarán los diferentes factores que inciden en el desgaste irregular de las llantas aparte de la presión de inflado, tales como temperatura, incidencia del terreno, y sistemas mecánicos del vehículo.

Dentro de este punto se revisaron las rutas más comunes de los vehículos, o más representativas en las que se evidenciaban fallas en las llantas.



Ilustración 14 Rutas con presencia de mayor numero de novedades, Fuente Google maps

RUTAS CON EVIDENCIA DE FALLAS EN VEHICULOS			
ORIGEN BASE	RUTA	DESPACHOS DIARIOS	SERVIENTREGA
BOGOTÁ	BOGOTÁ-ARMENIA	2	
	BOGOTÁ-BARRANCABERMEJA	1	
	BOGOTÁ-BARRANQUILLA	2	
	BOGOTÁ-BUCARAMANGA	7	
	BOGOTÁ-CALI	10	3
	BOGOTÁ-CUCUTA	3	
	BOGOTÁ-IBAGUÉ	2	
	BOGOTÁ-MANIZALES	2	
	BOGOTÁ-MEDELLÍN	16	1
	BOGOTÁ-NEIVA	3	
	BOGOTÁ-PASTO	2	
	BOGOTÁ-PEREIRA	5	1
	BOGOTÁ-POPAYÁN	1	
	BOGOTÁ-TUNJA	1	
	BOGOTÁ-VILLAVICENCIO	3	
BOGOTÁ-YOPAL	2		
BUCARAMANGA	BUCARAMANGA-BARRANQUILLA	2	
	BUCARAMANGA-BOGOTÁ	3	1
	BUCARAMANGA-CALI	1	

	BUCARAMANGA-CUCUTA	2	
	BUCARAMANGA-MEDELLÍN	2	
	BUCARAMANGA-OCAÑA	1	
	BUCARAMANGA-TUNJA	1	
	BUCARAMANGA-PEREIRA	1	
PEREIRA	PEREIRA-BOGOTÁ	3	1
	PEREIRA – CALI	2	
	PEREIRA – MEDELLÍN	2	
	PEREIRA – BUCARAMANGA	1	
	PEREIRA – BARRANQUILLA	2	
MEDELLÍN	MEDELLÍN-BARRANQUILLA	2	
	MEDELLÍN-BOGOTÁ	5	2
	MEDELLÍN-BUCARAMANGA	2	
	MEDELLÍN-CALI	2	
	MEDELLÍN-CARTAGENA	1	
	MEDELLÍN-IBAGUÉ	1	
	MEDELLÍN-MONTERÍA	1	
	MEDELLÍN-PEREIRA	1	
	TOTAL DE FALAS EVIDENCIADAS POR RUTA		9

Ilustración 15 Rutas con evidencia de fallas, Fuente Desarrollo de la investigación

De acuerdo al cuadro y registros anteriores evidenciamos que en las rutas con mayor incidencia son las rutas hacia el occidente del país, especialmente las rutas que viajan hacia la Antioquia y hacia el valle del cauca, esto nos indica que en parte el hecho de tener pendientes tan pronunciadas puede afectar el óptimo desempeño de las llantas.

Paso 4

Se utilizara como herramienta de medición el profundímetro digital el cual garantizara una evaluación idónea en la toma datos, de igual forma esta información es registrada en el software diseñado para este fin.



Ilustración 16 Profundímetro digital, Fuente www.brufap.com.b

Este elemento permite medir la profundidad de las llantas hasta una centésima de milímetro, esto con el fin de hacer un seguimiento más adecuado y puntual a los surcos de las llantas.

Con la ayuda a este elemento se ejecutan todas las inspecciones a cada uno de los vehículos el cual registra información que se carga al software de llantas, a continuación veremos la imagen del software que registra la inspección y el seguimiento a la profundidad de las llantas, de igual forma se tiene en cuenta el registro de las inspecciones enviadas por cada una de las regionales donde se evidencia la profundidad de las llantas y se trabaja por medio de alarmas amarillas y rojas con el fin de priorizar y hacer una programación nacional con las llantas menos profundas, a continuación se evidencia el registro enviado por algunas de las regionales con información de placa, numero de llanta, posiciones, profundidades presiones y alertas,

FLOTA	TIPO VEHICULO	PLACA	# INT	POS	MARCA	REF.	DISEÑO BANCA	DIM	PRC	PRO	PRO	PRO	MIN	P	KMS ACTUA	FECHA ACTUA
MEDELLIN	FTR FORWARD	SZP590	1758	1	HANKOOK	AU02	ORIGINAL	275/70R	5	8	6	5	5,0	100	298.497	5-ene-15
MEDELLIN	FTR FORWARD	SZP590	110	2	HANKOOK	AU02	ORIGINAL	275/70R	2,5	2,5	4	4	2,5	100	298.497	5-ene-15
MEDELLIN	FTR FORWARD	SZP590	641	3	HANKOOK	AV02W	REENCAUCHE	275/70R	2	2	4	4	2,0	80	298.497	5-ene-15
MEDELLIN	FTR FORWARD	SZP590	158	4	BRIDGESTONE	R294	REENCAUCHE	275/70R	4	5	5	5	4,0	80	298.497	5-ene-15
MEDELLIN	FTR FORWARD	SZP590	678	5	BRIDGESTONE	R294	REENCAUCHE	275/70R	3	3	6	5,5	3,0	80	298.497	5-ene-15
MEDELLIN	FTR FORWARD	SZP590	662	6	BRIDGESTONE	R294	REENCAUCHE	275/70R	4	3	4	3	3,0	80	298.497	5-ene-15
MEDELLIN	FTR FORWARD	SZP590	234	7	BRIDGESTONE	R294	ORIGINAL	275/70R	4	4	4	4,5	4,0	90	298.497	5-ene-15
MEDELLIN	FTR FORWARD	SZP633	1908	1	HANKOOK	AU02	ORIGINAL	275/70R	5	8	6	5	5,0	100	384.312	5-ene-15
MEDELLIN	FTR FORWARD	SZP633	1907	2	HANKOOK	AU02	ORIGINAL	275/70R	7,5	8,5	6,5	6,5	6,5	105	384.312	5-ene-15
MEDELLIN	FTR FORWARD	SZP633	618	3	HANKOOK	AU02W	REENCAUCHE	275/70R	5	5	4,5	5	4,5	85	384.312	5-ene-15
MEDELLIN	FTR FORWARD	SZP633	1650	4	HANKOOK	AU02W	REENCAUCHE	275/70R	5	6	4,5	5	4,5	90	384.312	5-ene-15
MEDELLIN	FTR FORWARD	SZP633	452	5	BRIDGESTONE	R294	REENCAUCHE	275/70R	8	8	8	8	8,0	100	384.312	5-ene-15
MEDELLIN	FTR FORWARD	SZP633	83	6	BRIDGESTONE	R294	REENCAUCHE	275/70R	3	2	3	4	2,0	110	384.312	5-ene-15
MEDELLIN	FTR FORWARD	SZP633	1747	7	HANKOOK	AU02W	REENCAUCHE	275/70R	6	5,5	5	5,5	5,0	100	384.312	5-ene-15

Ilustración 17 Registro inspección llantas de vehículos con novedad regional Antioquia, Fuente Desarrollo de investigación

En la ilustración anterior se confirman dos aspectos que ya se habían determinado, el primero que son los Vehículos con rutas hacia el occidente del país los que presentan mayor número de incidencias y el segundo que efectivamente las llantas AU02 son las que presentan caída de hombro o costado externo de la llanta.

Código Llanta	Llanta	Ubicación	Vehículo	Posición	P. Interior	P. Centro	P. Cen. Exte.	P. Exterior	Observación Profundidades	Presión	Observación Presión	Estado
SEGA2311	HANKOOK AM02 275/70R22.5	Montada	SZP589	1	15	15	15	15		88		Estados
SEGA2312	HANKOOK AM02 275/70R22.5	Montada	SZP589	2	15	15	14	15		92		Estados
SEGA1502	HANKOOK AU02W 275/70R22.5 DRD	Montada	SZP589	3	3	4,5	4	4		98		Estados
SEGA1474	HANKOOK AU02W 275/70R22.5 DRD	Montada	SZP589	4	3,2	3,5	3,6	4,1		100		Estados
SEGA1388	HANKOOK AU02W 275/70R22.5 DRD	Montada	SZP589	5	4	3,8	3,5	3,2		95		Estados
926	HANKOOK AU02W 275/70R22.5 DRD	Montada	SZP589	6	3,4	3,6	3	4,1		96		Estados
SEGA182	BRIDGESTONE R294 275/70R22.5	Montada como Repuesto	SZP589	7(Repuesto)	4	4	4	3		100		Estados

Ilustración 18 Registro en software de la profundidad de las llantas. Fuente: Flota WEB.

Teniendo en cuenta la información registrada en el software se pueden generar programas de mantenimiento y cambio de las llantas, de igual forma se hace la planeación de este rubro para el presupuesto mensual y anual.

Con la información registrada y analizada con la utilización de los elementos anteriores es posible determinar los rendimientos en kilometraje de las llantas, con esta información se realiza mensualmente la programación de cambio y reemplazo.

Paso 5

Se establecerán los parámetros de medición los cuales se toman de las tablas de diseño y desgaste de las llantas, donde se evidenciara y evaluara el uso adecuado y el momento en el cual se debe bajar una llanta para reemplazó o ajuste.

De acuerdo a esto se ejecuta una revisión de la llanta utilizada actualmente cuya referencia es AU02 con las dimensiones especificadas, por lo cual se sugiere el cambio de esta llanta por otra con un ancho de banda de rodamiento más amplio lo cual hará que la llanta se desgaste menos y que el sistema de dirección trabaje mejor, el diseño de banda se muestra en la siguiente imagen.



Ilustración 19 Diseño de llanta AU02 fuente: <http://www.hankooktire-eu.com/>

Este diseño de llanta hace se caiga de los hombros como se muestra en la imagen No 1, se determina la puesta en operación de las llantas AM02 las cuales cuentan con un ancho de llanta más ancho,



Ilustración 20 Diseño de llanta AM02 <http://www.hankooktire-eu.com/>

Al ser una llanta de uso mixto permite un mayor agarre y área de banda de rodamiento con contacto al asfalto, de igual forma y de acuerdo a la configuración de la llanta con el uso se reduce la altura de los surcos y estos se definen lo que permite una correcta evacuación del agua y una manejo más confortable, condiciones generales de unas llantas direccionales.



Ilustración 21 Registro de participación llanta nueva versus Llanta reencauchada.

Otro aspecto relevante dentro de este paso y que se muestra en la gráfica 22 es la identificación de la participación de llanta nueva y llanta reencauchada a través del tiempo, donde se demuestra que el proceso de reencauche ha optimizado los costos y se ha incrementado en un 14%, llevándola a un porcentaje de llanta nueva de un 38% versus un 62% de llanta reencauchada.



Ilustración 22 Índice de mejora en el costo por kilómetro por tipología de llanta; Fuente: desarrollo de la investigación

Por ultimo dentro de este aspecto tenemos la identificación de los costos por kilómetro por tipología de llanta, donde se ve que el costo por kilómetro en la llanta de tipo 275 tiene una tendencia progresiva de mejora la cual es susceptible aun de optimización teniendo en cuenta la labor desarrollada para este fin.

Paso 6.

Se evaluará la condición y el estado del sistema de suspensión, alineación y los planes de mantenimiento de estos sistemas.

Una vez identificadas las posibles fallas presentadas por las no alineaciones o deficientes y de acuerdo a los planes de acción enfocados al mantenimiento, se

determinará si debido al no cumplimiento de estos planes es una de las cuales por las cuales se generan las fallas, a continuación veremos el plan de mantenimiento generado para el mes de febrero.

PLAN DE MANTENIMIENTO ALINEACIONES Y BALANCEO POR REGIONAL MES DE FEBRERO		
Plan de acción flota Villavicencio en base a la inspección	PLACA	Observación
6 ACTIVIDADES	SZP659	Alineación y rotación.
	TTP191	Alineación y rotación.
	TTP192	Alineación y rotación.
	TTP193	Alineación y rotación.
	TTP195	Alineación y rotación.
	WCV335	Alineación y rotación.
Plan de acción flota barranquilla en base a la inspección	PLACA	observación
16 ACTIVIDADES	SZP564	Alineación y rotación.
	SZP570	Alineación y rotación.
	SZP578	Alineación y rotación.
	SZP581	Alineación y rotación.
	SZP583	Alineación y rotación.
	SZP591	Alineación y rotación.
	SZP594	Alineación y rotación.
	SZP601	Alineación y rotación.
	SZP607	Alineación y rotación.
	SZP610	Alineación y rotación.
	SZP655	Alineación y rotación.
	SZP669	Alineación y rotación.
	SZP675	Alineación y rotación.
	SZP681	Alineación y rotación.
	SZP682	Alineación y rotación.
	SZP683	Alineación y rotación.
Plan de acción flota Bucaramanga en base a la inspección	PLACA	observación
2 ACTIVIDADES	SZP629	Alineación y rotación.
	SZP670	Alineación y rotación.
plan de acción flota Cali en base a la inspección	PLACA	observación
5 ACTIVIDADES	SZP613	Alineación y rotación.
	SZP631	Alineación y rotación.
	SZP636	Alineación y rotación.
	SZP677	Alineación y rotación.
	SZP678	Alineación y rotación.
Plan de acción flota Medellín en base a la inspección	PLACA	observación
	SZP615	Alineación y rotación.

7 ACTIVIDADES	SZP630	Alineación y rotación.
	SZP643	Alineación y rotación.
	SZP647	Alineación y rotación.
	SZP649	Alineación y rotación.
	SZP650	Alineación y rotación.
	SZP660	Alineación y rotación.
Plan de acción flota Bogotá en base a la inspección	PLACA	observación
34 ACTIVIDADES	SZP561	Alineación y rotación.
	SZP562	Alineación y rotación.
	SZP563	Alineación y rotación.
	SZP565	Alineación y rotación.
	SZP566	Alineación y rotación.
	SZP579	Alineación y rotación.
	SZP587	Alineación y rotación.
	SZP592	Alineación y rotación.
	SZP595	Alineación y rotación.
	SZP598	Alineación y rotación.
	SZP600	Alineación y rotación.
	SZP604	Alineación y rotación.
	SZP605	Alineación y rotación.
	SZP620	Alineación y rotación.
	SZP624	Alineación y rotación.
	SZP635	Alineación y rotación.
	SZP639	Alineación y rotación.
	SZP640	Alineación y rotación.
	SZP641	Alineación y rotación.
	SZP642	Alineación y rotación.
	SZP646	Alineación y rotación.
	SZP648	Alineación y rotación.
	SZP652	Alineación y rotación.
	SZP653	Alineación y rotación.
	SZP657	Alineación y rotación.
	SZP662	Alineación y rotación.
	SZP664	Alineación y rotación.
SZP665	Alineación y rotación.	
SZP667	Alineación y rotación.	
SZP668	Alineación y rotación.	
SZP671	Alineación y rotación.	
SZP672	Alineación y rotación.	
TZR227	Alineación y rotación.	
TZR231	Alineación y rotación.	
TOTAL ACTIVIDADES		
70		

Ilustración 23 Cuadro de programación de mantenimientos mes de Febrero.

Como se pudo observar en la ilustración número 10, el porcentaje de cumplimiento para este mes fue del 93%, lo cual está en la media de cumplimiento del último

semestre, cabe aclarar que si al momento de ejecutar la actividad esta no se puede realizar por alguna falla mecánica esta es corregida y se envía nuevamente el vehículo al mantenimiento preventivo de acuerdo a programación, esto hace que generalmente no se pueda cumplir con el 100% de la actividad programada,

De acuerdo a esto se valida que las actividades programadas son ejecutadas y no es debido a esto que se presenten los desgastes irregulares de las llantas direccionales en el tipo de vehículos objeto de estudio,

7.2 Análisis de datos

Con la ejecución de las actividades mencionada anteriormente y de acuerdo a cada uno de los pasos estipulados en el cronograma los cuales queda evidenciados en cada análisis, dentro de los cuales se realizaron actividades en busca de encontrar la causa raíz del problema, se encontraron fallas tanto mecánicas como de aplicación de diseño de llanta, si bien la referencia de llanta utilizada no era la adecuada para esta operación, también se evidencio que de no hacer un adecuado y estricto seguimiento a los planes de mantenimiento se puede afectar de manera significativa el desempeño de la llanta.

De igual forma la intervención de elementos de desgaste como de los bujes y muelles, las rotulas los rodamientos, campañas de alineación realizadas con el equipo adecuado y el desarrollo de campañas de inspección se hacen necesarias con lo cual se llegó a algunas conclusiones las cuales se verán al final del documento.

7.3 Propuesta de Solución

Dentro de las propuestas de solución a la falla encontrada se definen algunos aspectos importantes a tener en cuenta:

Establecer planes de seguimiento más estrictos los cuales permitan evidenciar la falla antes que se genere un daño en la llanta y se deba cambiar sin tener el kilometraje adecuado para el cambio, dentro de estos planes a continuación se muestra como ejemplo la programación de actividades a desarrollar en el mes de Febrero de 2015.

PROGRAMACIÓN DE LLANTAS FEBRERO 2015									
PLACA	CIUDAD	FECHA REVISION	215/75R17.5		275/70R22.5		295/80R22.5		ACCIONES PENDIENTES
			N	R	N	R	N	R	
R68293	OCCIDENTE	21/03/2015							POS 13 Y 14 ROTAR
R68297	COSTA	23/02/2015				8			CAMBIO TODAS
SZP561	BOGOTÁ	24/03/2015				4			CAMBIO TRACCIÓN
SZP589	BOGOTÁ	09/03/2015				4			CAMBIO TRACCIÓN
SZP594	COSTA	19/02/2015			2				CAMBIO DIRECCIÓN
SZP598	BOGOTÁ	24/03/2015			2	4			CAMBIO TODAS
SZP602	BOGOTÁ	06/03/2015			2	4			CAMBIO TODAS
SZP609	BOGOTÁ	27/02/2015					2		CAMBIO DIRECCIÓN
SZP617	BOGOTÁ	12/03/2015				4			CABIO TRACCIÓN
SZP619	BOGOTÁ	12/03/2015			2				CAMBIO DIRECCIONAL
SZP621	BOGOTÁ	20/03/2015			2	4			CAMBIO TODAS
SZP663	MEDELLIN	26/01/2015			2	4			CAMBIO TODAS
SZP627	CALI	18/03/2015			2				CAMBIO DIRECCIÓN
SZP631	OCCIDENTE	27/01/2015			1				REPOSICIONAR DIRECCIONAL
SZP638	BOGOTÁ	24/03/2015		4					CABIO TRACCIÓN
SZP642	BOGOTÁ	03/03/2015	2						CAMBIO DIRECCION
SZP590	MEDELLIN	27/03/2015			2	4			CAMBIO TODAS
SZP654	BOGOTÁ	10/03/2015		4					CABIO TRACCIÓN
SZP656	BOGOTÁ	25/03/2015		4					CABIO TRACCIÓN
SZP658	BOGOTÁ	03/03/2015		4					CABIO TRACCIÓN "pendiente"
SZP659	VILLAVICENCIO	27/03/2015	2						CAMBIO DIRECCIÓN
SZP665	BOGOTÁ	09/03/2015				4			CABIO TRACCIÓN
TTP192	VILLAVICENCIO	26/03/2015		2					CAMBIO TRACCIÓN

SZP629	BUCARAMANGA	31/03/2015				4			CAMBIO TRACCIÓN
		TOTAL	6	22	15	32	2	0	77

Ilustración 24 Programación de cambio de llantas, Fuente Desarrollo de la investigación.

Por otro lado la medición de estos planes se debe medir como indicador de gestión de servicios y conocer el comparativo de los costos desarrolladas y del número de actividades.



Ilustración 24 Tendencia de actividades de la gestión de servicios por parte del proveedor. Fuente; desarrollo de investigación

La grafica 22 muestra el registro de actividades denominadas de gestión de servicios por parte del proveedor in house, las cuales demuestran un incremento porcentual de las actividades preventivas, este incremento se da entre un 20%, estas, a pesar de requerir un incremento en el costo pagado a hoy por estas actividades se sigue manteniendo, dentro de estas actividades las más representativas y enfocadas a la mejora o al plan de investigación son las de calibración de llantas y las rotaciones de llantas, esto con el fin de revisar el estado de las llantas durante su inspección y la de optimizar el recurso con un plan adecuado de rotaciones que incrementa el ciclo de vida de la llanta, estas se muestran en la siguiente gráfica.



Ilustración 25 Registro de tendencia de servicios más representativos; Fuente Desarrollo de la investigación

Como se mencionó anteriormente se recomienda el cambio de tipo de llanta por una de diferente ancho de banda lo que permita una mayor superficie de contacto con el piso especialmente en las curvas, esto con el fin que garantizar que en estas áreas de la carretera el contacto de la llanta sea mayor y su desgaste sea más parejo.

El control a la presión de inflado se debe realizar de forma más constante y establecer capacitaciones a los conductores enfocadas a que conozcan por qué no se debe bajar la presión de inflado de las llantas, los sobre costos que esto genera y las fallas mecánicas que esto puede generar.

7.3.1 Desarrollo de los Objetivos

De acuerdo a los objetivos específicos planteados para este proceso, a continuación se desarrollan cada uno de ellos con el análisis desarrollado a través de todo el trabajo así:

- ◆ Determinar cuáles son las causas relevantes que inciden en el desgaste irregular de las llantas 275/70R22.5 y generar un valor agregado

Como desarrollo a este objetivo se pudieron identificar cuáles son las causas del desgaste de las llantas 275/70 R 22.5 montadas en el eje direccional de los camiones Chevrolet FTR modelo 2012 de la flota servientrega, de acuerdo a este análisis se ejecutaron una serie de procesos con el fin de identificar las fallas, aspectos como la baja presión de las llantas a causa de la intervención de los operarios, una aplicación errónea del tipo de llanta utilizada y un proceso incompleto fueron algunos de los aspectos que se determinaron como causas del desgaste irregular de las llantas, con esto dio como resultado la generación de procesos de mantenimiento preventivo y el cambio de forma incremental del tipo de llanta utilizada, esto dará como resultado un incremento en la duración de las llantas y por ende una disminución de costos, sin embargo las actividades o planes de mantenimiento generado deben continuar y someterse a análisis descriptivos con mediciones claras las cuales se puedan trabajar mes a mes con el fin de mejorar entre otras el rendimiento kilométrico y es costo por kilómetro de las llantas.

- ◆ Analizar si la revisión por condición del funcionamiento de las llantas, es la mejor herramienta para determinar el mal funcionamiento.

A pesar de no ser la única metodología utilizada para este análisis si fue de la que más aspectos se tuvieron en cuenta y por los cuales se obtuvieron los resultados más contundentes que llevaron a generar las actividades necesarias para la mejora de la falla encontrada, de acuerdo a esto podemos decir que la revisión por

condición en este caso apporto los conceptos básicos como metodología para ser aplicados en el área de mantenimiento de flotas y como soporte para casos de estudio, sin embargo se debe ajustar y mejorar tanto en Bogotá Como en Regionales las rutinas de inspección, si bien es claro que la metodología de revisión y generación de planes de acción por condición es la metodología adecuada esta debe ser ejecutada de formas más constante y con el apoyo de personal especializado.

- ◆ Diseñar rutinas de mantenimiento que aseguren un adecuado desempeño y duración de las llantas direccionales en los vehículos FTR

Para este punto se aclara que las rutinas de mantenimiento no deben ser enfocadas solo al sistema llantas sino también a todo el sistema de suspensión, se deben identificar y desarrollar planes y paquetes de mantenimiento basados en la ficha técnica del equipo, la recomendación del fabricante, la operación del vehículo pero ante todo y enfocados a la metodología a aplicar para esta flota (RCM), la cual nos direcciona a la confiabilidad de los equipos y a la determinación de sistemas críticos dentro de los vehículos, para este caso el sistema de suspensión el cual fue descrito durante el desarrollo de este trabajo.

7.4 Entrega de resultados a Servientrega.

Teniendo como base del desarrollo de este trabajo los vehículos de la flota operativa de la empresa Servientrega, se entregara un informe de resultados sobre esta investigación, el cual servirá como plan de ruta para la implementación de los planes de mejora, la reducción de costos y la aplicación de metodologías de mantenimiento para la flota de vehículos

. 7.4.1 Entrega de resultados a la Universidad

El desarrollo de este trabajo constituye la entrega de informe sobre los resultados de la investigación, el cual será entregado a la Universidad ECCI como proyecto o monografía para optar al Título como Especialista en Gerencia de Mantenimiento otorgado por dicha universidad.

8. FUENTES DE INFORMACIÓN

8.1 Primarias

Es claro que la información obtenida para la elaboración de esta monografía en su mayor parte es obtenida de la gestión realizada por parte del área de mantenimiento de la compañía con el fin de buscar alternativas y planes de acción con el fin de contrarrestar la novedad del cual fue base para la elaboración de este trabajo

8.2 Secundarias

Con el fin de tener un contexto claro, se recopiló información de diversas fuentes, como páginas de internet, trabajos relacionados e información diversa con el fin de que el lector obtenga conceptos claros y la posibilidad de hacer una inmersión sustentada en el tema base de esta monografía.

9. EVALUACIÓN FINANCIERA

Dentro del contexto financiero se determinara cual es el impacto anual por la utilización de las llantas AU02 y cuál es la proyección de optimización de costos con la utilización de las llantas AM02, de igual forma a pesar de tener unos costos fijos en la regional por la figura del contrato In. House por parte del proveedor, se está solicitando por parte de este un ajuste debido al incremento en las actividades como se vio en las ilustraciones 20 y 21



COMPRAS

ANÁLISIS COMPARATIVO MENSUAL DE COMPRAS POR AÑO

MES	COMPRAS 2012		COMPRAS 2013		COMPRAS 2014		COMPRAS 2015	
	REENCAUCHE	NUEVA	REENCAUCHE	NUEVA	REENCAUCHE	NUEVA	REENCAUCHE	NUEVA
ENERO	\$0	\$0	\$23.959.168	\$18.522.400	\$27.848.667	\$12.579.400	\$24.716.686	\$5.888.284
FEBRERO	\$0	\$0	\$11.470.623	\$12.211.200	\$23.816.147	\$1.723.448	\$23.695.874	\$10.076.848
MARZO	\$0	\$0	\$19.386.219	\$8.159.600	\$27.486.403	\$15.479.400		
ABRIL	\$0	\$0	\$13.856.398	\$13.514.800	\$38.602.884	\$9.690.000		
MAYO	\$1.468.828	\$20.978.449	\$10.081.830	\$14.639.600	\$19.098.602	\$4.886.097		
JUNIO	\$11.565.258	\$18.209.456	\$18.586.764	\$30.304.000	\$23.843.868	\$12.789.800		
JULIO	\$8.412.810	\$23.973.600	\$15.136.078	\$35.056.000	\$24.893.569	\$3.240.000		
AGOSTO	\$23.235.380	\$33.216.400	\$22.273.077	\$24.614.400	\$26.477.268	\$4.297.800		
SEPTIEMBRE	\$29.835.184	\$38.372.000	\$27.244.751	\$8.317.800	\$17.941.190	\$4.860.000		
OCTUBRE	\$24.154.764	\$44.829.900	\$20.282.228	\$19.440.000	\$32.326.166	\$4.199.000		
NOVIEMBRE	\$11.257.646	\$68.121.000	\$12.946.255	\$6.480.000	\$24.742.928	\$1.620.000		
DICIEMBRE	\$9.472.622	\$1.599.600	\$17.253.090	\$4.079.800	\$22.837.799	\$1.620.000		
TOTAL	\$119.402.492	\$249.300.405	\$212.476.481	\$195.339.600	\$309.715.491	\$77.084.945	\$48.412.570	\$15.965.132
PROMEDIO MENSUAL	\$9.950.208	\$20.775.034	\$17.706.373	\$16.278.300	\$25.809.624	\$6.423.745	\$4.034.381	\$1.330.428

Estas son las compras realizadas de Servi entrega a Internacional de Llantas de lo que va la relación comercial en llanta nueva y reencauche por año y mes.



Ilustración 26 Registro de compras en llantas por parte de la compañía al proveedor, Fuente Desarrollo de la investigación

Dentro de este ejercicio también se revisó el histórico de consumo de llantas nuevas y reencauche con el proveedor más representativo, esto con el fin de evidenciar si los planes de mantenimiento programados y su ejecución se han visto reflejados en los costos de la compañía, de tal forma que los planes de acción programados se vean realmente reflejados en el costo de consumo de llantas de la compañía.

ANÁLISIS FINANCIERO OPTIMIZACIÓN DE COSTOS POR CAMBIO DE REFERENCIA DE LLANTA Y VARIACIÓN EN LA ADMINISTRACIÓN.		
TIPO DE LLANTA	275/70 R 22.5 AU O2	275/80 R 22.5 AMO2
COSTO ACTUAL LLANTA NUEVA	990000	990000
DURACIÓN EN KILOMETROS	65000	85000
DURACIÓN EN MESES	7 MESES	9 MESES
COSTO ACTUAL ADM, ANUAL	\$62.400.000.00	
COSTO PROYECTADO ANUAL ADMINISTRACIÓN		\$74.400.000.00
CANT. MENSUAL DE LLANTAS	20	16
VALOR ANUAL EN LLANTAS	\$237.600.000.00	\$190.080.000.00
COSTO POR KILOMETRO	15,23076923	11,64705882
ROTACIÓN CAMBIO DE LLANTAS	1.7 VECES	1.3 VECES
COSTOS ANUALES	\$ 300.000.000,00	\$ 264.480.000,00
PORCENTAJE DE AHORRO		11.84%
REDUCCIÓN ANUAL DE COSTOS		\$ 35.520.000,00

Ilustración 28, Análisis financiero de reducción de costos por cambio de llanta, Fuente Desarrollo de la investigación

Como se observa en el cuadro anterior la implementación puede generar una optimización de costos importantes, esto se ve reflejado en el costo anual de las llantas y en el porcentaje de disminución de costos, sin embargo se debe tener en cuenta que a pesar de existir un ahorro parte de este se utilizó en una mayor número de actividades preventivas como rotaciones, alineaciones, balanceos.

9.1 Retorno de la inversión

De igual forma dentro de este ejercicio se evaluara el ROI por sus siglas en inglés (Return on Investment), Retorno de la inversión, que es básicamente medir el

rendimiento de una inversión, con este se puede medir el rendimiento de una inversión y se puede calcular la eficiencia de los gastos.

Teniendo en cuenta lo anterior se revisaran los costos adicionales en que se incurrieron durante el desarrollo del trabajo, específicamente asociado a las tareas adicionales que se ejecutaron con el fin de disminuir la novedad objeto de la investigación.

Como se puede observar en la ilustración 22, la tendencia de incremento de actividades a diferencia del costo normal alcanzo incluso un monto superior a los 9 millones de pesos, sin embargo cabe aclarar que el costo normal se mantuvo por el contrato de administración, al día de hoy se está validando la posibilidad de incrementar el valor del dicho contrato en un 16% anual.

En la ilustración 28 podemos observar la reducción de costos anuales, sin embargo el ejercicio de incremento de actividades se desarrolló en un periodo de tres meses. Para efectos de este trabajo se tendrá en cuenta un periodo de un año para el desarrollo de la ecuación del ROI la cual nos indica que:

$$\text{ROI} = \frac{\text{Beneficio} - \text{inversión}}{\text{Inversión}} =$$

DISCRIMINACIÓN DE CIFRAS PARA DESARROLLO DEL ROI	
Costo administración	\$ 5.200.000
Costo Con incremento	\$ 6.200.000
Porcentaje Variación	16%
Incremento Anual por Adm. o inversión proyectada anual	\$ 12.000.000
Ahorro proyectado anual	\$ 35.520.000

Ilustración 29, Discriminación de costos para desarrollo del ROI Fuente Desarrollo de la investigación

De acuerdo a los datos anteriores la ecuación para hallar el ROI quedaría así:

$$\text{ROI} = \frac{35'520.000 - 12'000.000}{12'000.000} = \frac{23'520.000}{12'000'000} = \underline{1.96}$$

De acuerdo al análisis realizado se observó que el resultado es positivo, es decir, que por cada peso invertido se obtendrá una utilidad o ganancia de \$1.96 pesos, así, la inversión o el costo adicional de la administración se verá directamente reflejado en un número mayor de actividades lo que generara un menor costo en compra de llanta nueva.

Sin embargo y enfocado al costo en las rutinas de mantenimiento o los paquetes de mantenimiento desarrollados para esta flota el incremento en las actividades especialmente aplicadas en los sistemas de suspensión y dirección también tiene un incremento, es por esto que estas rutinas están diseñadas teniendo en cuenta el ciclo de vida y los kilometrajes de uso recomendados por el fabricante, lo que hace que dicho incremento no sea sustancial y simplemente se valide en cada una de las rutinas de mantenimiento al sistema llantas y estos se ejecuten también las rutinas de los sistemas antes nombrados.

10. TALENTO HUMANO

Para el desarrollo de esta monografía se contó con la participación del técnico de inspecciones del proveedor y con los jefes de mantenimiento de la Firma construcciones el Cóndor contrato aeropuerto el Dorado de Bogotá y el jefe de mantenimiento de la empresa Servientrega Flota Verde.

Como impacto directo al personal que ejecuta las actividades de mantenimiento de la flota verde, se identificaron varios aspectos:

- Se incrementó la mano de obra, esto se ve claramente identificado en que para el desarrollo de estas actividades adicionales fue necesario involucrar más personal, así, un operario que normalmente estaba solo, se acordó el apoyo adicional durante la segunda semana del mes.
- Incremento de horas trabajadas, esto se ve enfocada específicamente en dos cargos, el técnico de inspección y el técnico de intervenciones, quienes se les incremento el tiempo en actividades a desarrollar en la flota.

De igual forma el desarrollo de esta monografía desarrollo en las personas que elaboraron técnicas de investigación como lo es la descripción y en análisis de elementos que pueden afectar procesos dentro de las empresas, de igual forma la aplicación de conocimientos adquiridos en el desarrollo del pensum académico diseñado para la Especialización de Gerencia de Mantenimiento desarrollados por la Universidad ECCI.

La aplicación de conocimientos en conjunto con la investigación genera en el estudiante técnicas de investigación que pueden ser desarrolladas a todos los niveles del desarrollo profesional y personal, gracias a la aplicación de conocimientos se generan nuevas teorías y el desarrollo de nuevas aptitudes que pueden ser aplicadas a la vida diaria de los involucrados.

11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones deben soportar o responder las situaciones planteadas de los objetivos específicos, sin embargo se concluye que el desarrollo de este tipo de investigaciones a pesar de ser muy puntuales y específicas, si pueden generar resultados interesantes y un valor agregado no solo para las personas que desarrollan el trabajo sino también para donde fue aplicada la investigación.

Como recomendaciones se dan dos a continuación muy puntuales:

La primera de ellas tiene que ver específicamente con el diseño de la llanta, la cual se cambió como se determinó en el paso a paso, por una llanta con una banda de rodamiento más ancha, con esto se ha mejorado el rendimiento de las llantas pasando de 60 mil kilómetros promedio a 80 mil kilómetros, el ahorro en costos se vio reflejado en el análisis financiero.

En segunda instancia se determinó que de no hacer un estricto seguimiento a la elaboración de planes de mantenimiento, a su ejecución y a la inclusión de esta información dentro de los indicadores mensuales de gestión del área, no es posible generar cambios reales ni planes sustentables de mantenibilidad de los automotores en su sistema de llantas enfocados a una mayor disponibilidad y una optimización de costos para la compañía.

De igual forma se han generado elementos de juicio suficientes para la aplicación de nuevas teorías o metodologías tanto de investigación como de mantenimiento en este caso la (RCM) por sus siglas en inglés (Reliability Centred Maintenance), (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad), a las actividades propias de las áreas encargadas de los activos en este caso de los vehículos de la compañía.

Para las personas que desarrollan este proyecto el conocimiento adquirido genera un valor agregado y un desarrollo de los conocimientos adquiridos dentro de la especialización, aspectos con la aplicación de metodologías específicas aplicadas

a planes de mantenimiento dan una experticia y un conocimiento de las área de mantenimiento que puede ser aplicada a diferentes industrias o empresas con un amplio campo de acción.

12 BIBLIOGRAFÍA

LEY 769 DE 2002, código nacional de tránsito terrestre artículo 28.

ARTICULO 18, resolución 3500 de 2005 del código nacional de tránsito terrestre.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 5375 ICONTEC, actualización 2012.

RESOLUCIÓN 1457 DEL 29 DE JULIO DE 2010 del ministerio del medio Ambiente vivienda y desarrollo territorial.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS y CERTIFICACIÓN. Llantas neumáticas. Definiciones, clasificación, designación y rotulado. NTC 1304. Bogotá, D.C.: ICONTEC, 2008.

DIARIO NACIONAL DEL ECUADOR EDICIÓN 24-336, Septiembre de 2013

DE LA CRUZ, A. MSc, CEO ICS GROUP S.A. Entrevistas y experiencias. Gerencia de Mantenimiento. 1999- 2004.

KAPLAN, R., NORTON, D, CUADRO DE MANDO INTEGRAL, 1996, Ediciones Gestión 2000 S.A. Barcelona 1997.

DALIDA CHACÓN, Luis Carlos Mayorga; diseño de un plan de actividades para optimizar el costo por kilómetro en llantas para una empresa de transporte de carga. Universidad ECCI, 2012, 108 p. monografía de grado.

13 CIBERGRAFÍA

Ilustración de diseño de llantas hankook AM02 consultado el 10 de octubre de 2014, disponible en: <http://www.hankooktire-eu.com/>

Ilustración Profundímetro digital consultado el 22 de noviembre de 2014, disponible en: www.brufap.com.b

Características técnicas camión Chevrolet consultado el 11 de enero de 2015 disponible en: <http://www.chevrolet.com.co/>

Historia de la rueda y procesos de fabricación de llantas consultado el 15 de enero de 2015 disponible en: <http://www.goodyear.com.pe/>

Desarrollo de llantas, presiones de inflado y tecnologías de llantas consultado el 22 de marzo de 2015, disponible en: <http://www.bridgestone.com.mx/>

Señales de desgaste, rotación de llantas y alineación de vehículos consultado el 15 de abril de 2015, disponible en: <http://www.virtualllantas.com/>