

EVALUACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA TPMS (TIRE PRESSURE MONITORING SYSTEM) PARA MEJORAR EL PROCESO DE GESTIÓN DE ACTIVOS EN UNA FLOTA DE VEHÍCULOS DE CARGA PARA UNA EMPRESA DE PRODUCTOS DE HIGIENE

**JULIAN ESTEBAN ALVARADO ARCHILA
CÓDIGO 41607**

**CARLOS EDUARDO FLOREZ SAAVEDRA
CÓDIGO 9375**

**Universidad ECCI.
Esp. Gerencia de Mantenimiento
Bogotá
2022**

La gestión de la vida útil de los neumáticos es un tema que el área de mantenimiento de las diversas flotillas de vehículos no pueden controlar de la mejor manera debido a las diversas variables que inciden sobre ellas, además de ser la presión y la temperatura dos variables que en un país del trópico como Colombia hace que la vida útil del neumático se vea afectada, por esto y por motivos de seguridad en la conducción desde el año 2008 en norte américa se estandarizo el sistema de TPMS para todos los vehículos de pasajeros comercializados en ese país, con el fin de reducir el impacto ambiental y optimizar las factores de seguridad vial y accidentalidad por fallos en los neumáticos, es por este motivo que en el mercado hoy por hoy se brindan opciones after market para poder implementar este sistema de seguridad pasiva, y maximizar la ida útil de elementos claves como son los neumáticos de un vehículo.

Tabla de Contenidos

iii

Capítulo 1 Generalidades	1
1. Línea de Investigación.....	1
Gestión del Mantenimiento (Gestión de indicadores de mantenimiento)	1
2. Problema de investigación.....	1
2.1 Descripción del problema.	1
2.2.2 Pregunta de Investigación	1
3. Objetivos	2
3.1 Objetivo general.....	2
3.2 Objetivos específicos	2
4. Justificación y delimitación	2
4.1 Justificación.....	2
4.2 Delimitación.....	3
4.3 Limitaciones	3
5. Marcos de referencia.....	3
5.1. Estado del arte.	3
5.2. Marco teorico.	21
Elementos del neumático.	21
Patrones del dibujo en los neumáticos.	22
Materiales de los Neumáticos	24
Compuestos.....	25
Designación de los neumáticos.....	25
Parámetros Generales.	25
Parámetros Geométricos	26
Parámetros de estructura, constitución y condiciones de uso	27
Índices de carga del neumático.....	28
Aplicación de los neumáticos para vehículos de carga:	28
Capacidad de carga	28
Mantenimiento de los Neumáticos:	28
Presión de Aire de los Neumáticos	28
Problemas frecuentes en los neumáticos.....	29
Baja presión	29
Alta presión	31
Sistema de monitoreo de presión de ruedas (TPMS).	32
Componentes y tipos de los sistemas TPMS	32
6. Marco metodológico de la investigación	34
6.1.1 Herramientas.....	35
6.1.2 Metodología.....	36
6.2 Análisis de la información.	37
6.3 Propuesta de solución:.....	40
7 Impactos esperados y alcanzados.....	41
8 Análisis financiero.	41
9. Conclusiones	45
Referencias.....	46

Tabla 1 Indices de carga de la Rueda i-neumaticos.es	28
Tabla Analisis DOFA	35
Tabla de metodología	36
Tabla indicadora de profundidades seguimiento en el vehiculo. Hoja de vida indicadores de mantenimiento	37
Tabla Indicadores de ingresos a mantenimiento. Hoja de vida del vehiculo primeros meses del año	38
Tabla Consumo de Combustible Hino FC500	41
Tabla Proyección de gastos	42
Tabla Costos por trayectos en condiciones de presión normal y variada	42
Tabla Costo de implementación del sistema TPMS	43
Tabla Costos de remplazo de neumatico 295/80R22.5	44

Figura 1. Partes del neumático continental-neumaticos.es	22
Figura 2. Labrado simétrico de la rueda continental-neumaticos.es	24
Figura 3. Labrado asimétrico de la rueda. continental-neumaticos.es	24
Figura 4. Parámetros de la rueda - in2tires.	26
Figura 5 Nomenclatura de la rueda continental-neumaticos.es	27
Figura 6 Neumáticos con baja Presión.....	29
Figura 7. Neumático con exceso de presión . Maquertools como-mantener-los-neumaticos-de-tu-coche-es-estado-optimo	31
Figura 8. Indicadores de desgaste de la rueda. virtuellantas.com/profundidad-banda/ ...	32
Figura 9. Sistema de TPMS en el vehículo. Hella tech world.	33
Figura 10. Sistema de TPMS para vehículos comerciales y de carga. Cub Elecparts INC.	34
Figura 11 Promedio de disponibilidad del vehículo en los últimos 6 meses.....	38
Figura 12 Promedio de disponibilidad por día del vehículo en los últimos 6 meses.....	40
Figura 13. Gráfica costo por trayecto actual exeso de combustible	42
Figura 14. Gráfica sobre costo vs valor de implementación	43

Capítulo 1 Generalidades

1. Línea de Investigación

Gestión del Mantenimiento (Gestión de indicadores de mantenimiento)

2. Problema de investigación.

En el proceso y desarrollo de las labores para las que se destina un vehículo de carga en las condiciones viales de un país como Colombia, es importante mencionar que los neumáticos están expuestos a una gran variedad de elementos que inciden en su desgaste, de manera que estos absorben las irregularidades de la calzada, soportan el peso del vehículo y la carga que estos vehículos están destinados a transportar.

Su constante uso y exposición a los elementos antes mencionados, la operación de estos con baja presión de aire hace que el desgaste se duplique aumentando el contacto de las ruedas con la calzada y produciendo desgastes excesivos en el momento de frenadas de emergencia, giros a altas velocidades, aumento de temperatura de trabajo, ruidos excesivos, vibraciones entre otros aspectos que además de disminuir la vida útil de los neumáticos, afectan notablemente la conducción del vehículo.

2.1 Descripción del problema.

Asesorando al departamento de mantenimiento de la empresa Papeles Familia en la adecuación de equipos de diagnóstico para sus instalaciones de mantenimiento se evidencia la necesidad de un dispositivo que permita monitorear la presión de cada una de las ruedas de los tractocamiones de la compañía en tiempo real, evidenciando que ya en vehículos livianos que se comercializan en el mercado actual cuentan con dispositivos OE (Original Equipment), y con el pasar del tiempo se han empezado a comercializar equipos de este tipo after market, esto conlleva a plantear este sistema como un evidente beneficio para gestionar el desgaste de los neumáticos en una flota de vehículos.

2.2.2 Pregunta de Investigación

¿Se puede gestionar el desgaste de los neumáticos de un vehículo de carga al implementar un sistema de TPMS (Tire Pressure Monitoring System) after market en vehículos comerciales de hasta 22 ruedas para mejorar el proceso de gestión de activos en el área de mantenimiento de la flota de vehículos de carga?

Variables del Problema

- Costos.
- Tiempos.
- Calidad.
- Trazabilidad.

Justificación:

El presente proyecto se realiza con el fin de apoyar y guiar a la empresa Papeles Familia con la gestión de activos de la compañía, optimizando la vida útil de los elementos importantes que inciden en la operación de sus vehículos de carga como lo son los neumáticos, además de ahorrar costos en el remplazo de estos elementos y contribuir al medio ambiente maximizando la vida útil de dichos elementos. Esto se llevará acabo con una propuesta de implementación de un sistema de monitoreo de presión y temperatura de rudas capaz de comunicarse con el sistema de geolocalización del vehículo para poder monitorear la presión de las ruedas desde la central de mantenimiento de la compañía, en donde se pueda generar una alerta temprana y comunicar al operador del vehículo que presenta anomalías en una o más ruedas del vehículo.

3. Objetivos**3.1 Objetivo general**

Evaluar la efectividad de implementar un sistema de TMPS o monitoreo de presión y temperatura de ruedas en una flota de vehículos de carga que permita maximizar la vida útil de los neumáticos de dichos vehículos con el fin de optimizar costos y contribuir al medio ambiente.

3.2 Objetivos específicos

1. Detallar los elementos que influyen en el desgaste anormal y prematuro de los neumáticos en un vehículo de carga.
2. Determinar los costos que genera remplazar prematuramente los neumáticos de un vehículo de carga.
3. Demostrar que los sistemas TPMS permiten optimizar la vida útil de las llantas, especialmente en un vehículo de carga mediante el monitoreo constante de la presión y la temperatura de cada uno de estos elementos.

4. Justificación y delimitación**4.1 Justificación**

Propuesta para la implementación de un sistema de monitoreo de presión y temperatura de ruedas o TPMS que permitirá reducir el desgaste prematuro e irregular de las llantas en una flota de vehículos de carga, a través de la instalación de un sistema after market que se comunique con el sistema de geolocalización del vehículo o GPS para dar trazabilidad de la presión de los neumáticos en tiempo real y articular este método de recolección de información con el modelo de gestión de activos y la aplicación de RCM, esto tendrá lugar en una compañía dedicada a la producción de papel higiénico durante el segundo periodo del año 2022.

4.2 Delimitación

En el proyecto se va a realizar con la delimitación de una sola ruta y con solo un equipo de marca Kenworth T800, también delimitado por el tiempo de la prueba que se va a llevar a cabo en 4 meses, dentro del recorrido del equipo y las respectivas horas de operación.

4.3 Limitaciones

Para este proyecto tenemos limitaciones de presupuesto designado solo para un equipo, la colaboración del operador con la alimentación de la información, la disponibilidad del equipo por parte del área de operaciones para la implementación tecnológica. El tiempo de mantenimiento para realizar el respectivo seguimiento y garantizar su correcto funcionamiento.

5. Marco de referencia.

5.1. Estado del arte.

El análisis del estado del arte que aquí se realiza se soporta en estudios de tesis realizados previamente donde se tratan temas de interés en el mantenimiento de flotas de vehículos y que impactan significativamente en la gestión de activos de las compañías, optimización de costos de combustible, reducción de emisiones de carbono y responsabilidad social.

- Investigaciones internacionales.

“Diseño e implementación de un sistema de monitorio para el control y mantenimiento de los neumáticos de la empresa vías del austro. Tesis universidad politécnica salesiana sede cuenca.” autor Erick Francisco Rojas Román.

Objetivo:

Desarrollar e implementar un software que permita monitorear el desgaste e historial de mantenimiento de las ruedas de los vehículos de la empresa vías del austro.

Muestra:

Para este proyecto se recolecta información que pertenece a un mismo contexto la cual es almacenada de manera sistemática para su posterior uso, las bases de datos van a ser fundamentales, las principales características de los datos serán independencia lógica/física, redundancia mínima, acceso concurrente por parte de múltiples usuarios, consultas complejas y optimizadas, seguridad y auditoría, respaldo y reparación.

Los datos recopilados para la ejecución del estudio son:

- Identificación de los vehículos de la empresa.
- Identificación de todos los vehículos de la compañía.
- Identificación de los neumáticos que usan los vehículos del cliente.
- Identificación de marcas y especificaciones técnicas de los neumáticos.

- Placa del vehículo / código del remolque si aplica.
- Kilometraje del vehículo.
- Ubicación del vehículo.

Factores:

Para cada uno de los vehículos estudiados esta designado un espacio donde se encuentra una breve descripción de cada uno de los neumáticos que están instalados en los vehículos, los factores importantes a tener en cuenta son:

Marca del neumático, diseño, medida, marcación o código designado, posición, profundidades cuando se ha instalado, profundidad actual, estado de banda de rodamiento, y presiones.

Conclusiones

- Por medio de los reportes de neumáticos, se ofrece al usuario del software la visualización de toda la información de la empresa, de los vehículos y de los neumáticos que ha sido previamente ingresada al sistema. Esta información se encuentra en constante actualización debido al dinamismo que presenta esta aplicación web, la misma que responde a la necesidad de tener una información constantemente actualizada de todos los parámetros que influyen en un correcto seguimiento una flota.

“Reducción de emisiones contaminantes mediante una gestión de control de neumáticos en buses de transporte Tesis Universidad nacional mayor de san marcos Perú.” Autor Jonathan Alexander Ruiz Carrillo.

El presente estudio se realizó con la finalidad de determinar los factores controlables que permitan reducir de forma significativa la generación de neumáticos desechados por los buses de transporte y su consecuente emisión contaminante, puesto que las llantas fuera de uso afectan de forma considerable al ecosistema y es necesario establecer medidas de control que extiendan el tiempo operativo de los neumáticos. Se realizó esta investigación aplicando elementos de análisis estadístico exploratorio, descriptivo e inferencial para discriminar los efectos de los factores controlables que influyen en la duración de los neumáticos radiales aplicados en buses de transporte, en función del ritmo de desgaste de la banda de rodamiento. Con diferentes instrumentos de investigación, en forma de fichas de control, se pudo estimar el tipo de neumático adecuado para cada aplicación, lo cual permite reducir la cantidad de llantas desechadas y la contaminación producida por este elemento.

Objetivo:

Determinar los factores controlables que permitan reducir de forma significativa la generación de neumáticos desechados por los buses de transporte y su consecuente emisión contaminante.

Muestra:

Para este proyecto se recolecto información de diferentes variables a través de diferentes equipos de diagnóstico como analizadores de gases, calibradores de presión y labrado de ruedas, cuenta kilómetros, muchas empresas de servicio de transporte ecuatorianas han implementado técnicas de control de desgaste de neumáticos de caucho con el fin de reducir costos en este rubro, además de evitar el descarte prematuro de las llantas y aplicar bandas de reencauche en algunos casos, pero con limitados alcances dado que no se evalúa adecuadamente el tipo de neumático más apropiado en función de la presión de inflado, carga, velocidad promedio y condiciones de terreno a las que será expuesto (Li, Zuo, Lei, Yang, & Wu, 2012; E. da C. Rodovalho & de Tomi, 2017).

Factores:

Existen varias investigaciones relativas a la presión de inflado en los neumáticos. En dos estudios similares en unidades de transporte agrícola, se comprobó que los niveles más bajos de presión de inflado causan un mayor consumo de combustible cuando se usan neumáticos desgastados, generando un impacto ambiental negativo. Al comparar el uso de neumáticos nuevos y desgastados, los nuevos neumáticos prestaron un mejor consumo de combustible del tractor que funcionaba en un suelo compacto. La baja presión genera una flexión exagerada de la carcasa del neumático, lo que aumenta la resistencia a la rodadura de la llanta. Una presión demasiado grande provoca la disminución de la adherencia del neumático, un desgaste irregular y mayor ritmo de desgaste. (Biris, Ungureanu, Maican, Murad, & Vladut, 2011; Spagnolo, Volpato, Barbosa, Palma, & Barros, 2012).

Variable independiente:

- Procesos de control para neumáticos en buses de transporte.
- Variables dependientes: Tiempo de vida útil del neumático, cantidad de neumáticos desechados, contaminación producida por neumáticos desechados.

Variabes de las hipótesis específicas:

- Variable independiente: Tipo de neumático instalado.
- Variables dependientes: Cantidad de neumáticos desechados, Contaminación producida por neumáticos desechados.
- Variables independientes: Presión de inflado, carga soportada, condiciones de operación.
- Variable dependiente: Tiempo de vida útil del neumático.

Conclusiones y recomendaciones:

- Se ha logrado determinar los factores controlables que permiten reducir de forma significativa la generación de neumáticos desechados por los buses de transporte y su consecuente emisión contaminante. La velocidad de recorrido, la carga soportada y la presión de inflado tienen un efecto significativo en el desgaste de los neumáticos y son sus principales factores de impacto. El modelo establecido para estimar el ritmo de desgaste de los neumáticos es factible, y los resultados pueden reflejar las condiciones de mejor uso o incremento de su vida útil, lo que proporciona una base teórica para predecir el desgaste que experimentarán las llantas en diferentes tipos de aplicación y condiciones de manejo o

funcionamiento. Este objetivo se alcanza, en primera instancia, al lograr estimar las características que deben tener los neumáticos de los buses de transporte para reducir la cantidad de llantas desechadas y la contaminación que estas producen. En este sentido, se lograron identificar las principales marcas de neumáticos utilizados por los buses de transporte y las fallas más comunes que se producen en estos, determinando las marcas de mayor duración, tanto de llantas nuevas como de reencauchadas.

“Sistema de Información para Monitoreo de neumáticos del área de despacho (Dispatch), en una Compañía Minera Elard Leonel Vargas Cueto, Angel Hermosa Salas Universidad Inca Garcilaso de la vega, Lima – Perú.”

En este artículo, se busca implementar una solución adecuada para el monitoreo de neumáticos en tiempo real de la flota de camiones de una compañía minera. La operación exitosa de un centro minero representa un verdadero reto, por dos razones importantes: asegurar cero accidentes de trabajo y que sea productiva reduciendo costos de operación. Para lograr esto, la aplicación de tecnología de punta se convierte en un pilar fundamental. Con ella, podemos mejorar los procesos, generar valor y hacer la empresa más rentable. Se va a describir el proceso de implementación de esta solución tanto en hardware como en software, y se dará a conocer la experiencia obtenida durante el periodo de implementación hasta su puesta en marcha.

Objetivo:

Implementar una solución para el monitoreo de neumáticos de una flota de camiones en tiempo real.

Muestra:

Para este artículo se recolecto información acerca de redes inalámbricas, topologías, características de las redes inalámbricas, hardware requeridos, metodologías RUP (Rtional Unified process), y disciplinas AUP las cuales definen las actividades del equipo de desarrollo de software, para construir, validar, y liberal el esquema funcional de dicho software, así mismo como la articulación del hardware que dará operatividad al sistema.

Factores:

- El operador del camión debe observar el estado de los 6 neumáticos del camión antes de operar el vehículo, si existen cortes deben ser informados al personal de mantenimiento.
- El personal del área de neumáticos realiza inspecciones cada 2 días en toda la flota, para ello paran el camión por el lapso de 30 minutos, revisan las presiones, temperatura y desgaste del neumático. Si algún camión presenta un neumático dañado se marca con una cinta roja y debe ser cambiado a la brevedad.
- los operadores de otros camiones y personal de mina observan un neumático en mal estado también lo pueden informar al despachador directamente.
- Los neumáticos tienen en promedio 4000 horas de vida dependiendo del tipo de camión, tamaño de aro, carga que transporta y condiciones de la misma mina. Al cabo de este tiempo deben ser cambiadas.

Conclusiones:

- En el presente trabajo se ha definido un problema concreto dentro de una organización real, y se ha planteado una solución al problema, en base a la definición de requerimientos.
- Después de la instalación de hardware y software, se observa un funcionamiento estable del sistema, y las fallas más frecuentes son de componentes dañados, producidas por condiciones propias de la operación.
- El despachador puede monitorear satisfactoriamente vía red las alertas del sistema en tiempo real, esto permite tomar acción inmediata en la atención de un neumático.
- Se pretende como trabajo futuro lograr administrar en tiempo real información no solo de neumáticos sino de la operación minera diaria, como la adecuada distribución de camiones en palas para evitar filas de espera, monitoreo de interfaces de signos vitales.

“Evaluación del desgaste de neumáticos utilizados en buses de la cooperativa macuchi mediante la aplicación de técnicas de mantenimiento universidad técnica de Cotopaxi extensión la maná - Ecuador Autores Alexander Damián Arequipa Molina y Jefferson Marcelo Orbea García.”

Esta investigación se enfocó en la situación actual que atraviesa la cooperativa de transporte interprovincial Macuchi ubicada en el cantón La Maná, relacionada con el mantenimiento de neumáticos y su desgaste perjudicando la economía y seguridad de cada unidad de transporte, motivando de esta manera a la selección de una técnica de mantenimiento preventivo que se acople al seguimiento y control de los neumáticos. El desarrollo de este proyecto tiene como fin entregar una ficha técnica de mantenimiento, esto contemplo en recolectar toda la información y datos necesarios para efectuar la metodología y la propuesta de investigación, analizando las causas que generan los desgaste en el neumático. Luego se procedió a seleccionar la mejor técnica, y elaborar una ficha conformada por actividades de verificación, que permitan extender el tiempo de vida útil en un neumático. De ser cumplidas las actividades señaladas de una manera responsable, contribuirá al rendimiento óptimo de una cubierta o neumático y la estabilidad del vehículo mejorará.

Objetivos:

Evaluar el desgaste de los neumáticos utilizados en vehículos de transporte de pasajeros de la cooperativa Macuchi, mediante la aplicación de técnicas relacionadas con el mantenimiento preventivo.

Recolectar una base de datos para el análisis del desgaste en los neumáticos utilizadas por la cooperativa Macuchi.

Identificar los modos de fallas más recurrentes en el desgaste de los neumáticos.

Definir la técnica de mantenimiento preventivo para el aumento del tiempo de uso de los neumáticos.

Muestra:

Se recolecta información a través de los historiales de mantenimiento de la compañía y de cada una de las rutas que manejan, se recolecta información de los fabricantes de vehículos para definir los costos de cada uno de los neumáticos, para que de esta manera se pueda calcular los gastos variables por ruta, y determinar la durabilidad promedio del neumático.

Factores:

En los últimos años en Ecuador se han incrementado los accidentes de tránsito donde se han visto implicados buses de transporte interprovincial, en donde se han encontrado entre las causas que producen los percances, se encuentran el estado de los neumáticos siendo el 0,09% del total de siniestros. Estos problemas se generan por la falta de control y de mantenimiento que se dan en las cooperativas de buses interprovinciales, en este ámbito para el cantón La Maná, donde existen dos empresas dedicadas a esta actividad, pero en el caso de la cooperativa Macuchi se ha detectado que por el incorrecto manejo de neumáticos, se generan gastos económicos, tanto para la institución como para los propietarios de cada unidad y problemas en piezas automotrices de la dirección, además se reduce el tiempo de uso, por lo antes mencionado se ha considerado la implementación de un plan de mantenimiento preventivo, el cual permita establecer una correcta selección de neumáticos, un control periódico por parte del conductor y del controlador de cada bus, para que se puedan detectar cualquier clase de fallo que pudiera afectar el recorrido, y malestar en los clientes (El universo, 2018).

Conclusiones:

- Con la información encontrada en libros, páginas web, y artículos científicos relacionados con las fallas de neumáticos, usado en buses se identificó los problemas más comunes y que afectan de manera considerable en la vida útil de una llanta.
- Los problemas más frecuentes en la reducción de la vida útil de los neumáticos usados en los buses de la **COOPERATIVA MACUCHI** los cuales son falta de rotación de las llantas, falta de inflado, poco mantenimiento para retirar objetos extraños y falta de alienación. Todas estas fallas son controlables con una buena organización de los tiempos que se logra mediante inspecciones rutinarias y realizando los mantenimientos preventivos correspondientes.
- Luego del respectivo análisis de resultados en las entrevistas y mediciones de labrado en los neumáticos, se considera necesario implementar en cada unidad de transporte una ficha de control compuesta de actividades enfocadas a las gomas.

“Plan de monitoreo para reducir costos de consumo de neumáticos en operación de camiones Komatsu 930e – 4se. caso: minera las bambas. universidad nacional de san Agustín de Arequipa escuela de posgrado unidad de posgrado de la facultad de ingeniería de producción y servicios ecuador.” Carlos Alberto Teodoro Cahuana Cuba.

Un plan de monitoreo para neumáticos OTR, de camiones Komatsu 930E - 4SE, es una respuesta para resolver el problema de un alto consumo de neumáticos, para esto es determinante realizar un análisis de las horas de rendimiento promedio que logran alcanzar los neumáticos antes de destinarse a la condición de desecho. Así mismo la estadística permite mostrarnos los diferentes tipos de fallas que presentan los neumáticos la cual fue evidenciada físicamente con los neumáticos depositados en la plataforma de desechos de la mina.

La implementación de parámetros de operación de los neumáticos estuvo definida por los indicadores de la variable independiente como: la temperatura, las presiones, la carga en cada neumático, la velocidad de desplazamiento del neumático y el control de desgaste del remanente en la banda de rodamiento. Permitieron reducir la falla de arranque de goma e incrementar las horas de operación del neumático con respecto al desgaste en la banda de rodamiento.

Finalmente, los resultados obtenidos durante el periodo 2018 fueron positivos mostrándose una reducción de costo de \$ 3.00 dólares / hora por cada neumático con respecto al periodo 2016 y 2017.

Objetivos:

Proponer un plan de monitoreo para neumáticos OTR a fin de reducir su costo de operación en camiones Komatsu 930E – 4SE en minera Las Bambas.

- Identificar, seleccionar y resumir la teoría vigente relacionada con el plan de monitoreo, estructura y función de neumáticos, uso, desgaste y costos de operación en neumáticos, etc.
- Realizar el diagnóstico de la causa raíz que permiten el motivo de desecho de los neumáticos OTR en la operación de camiones Komatsu 930E – 4SE.
- Establecer herramientas de monitoreo y control que permitan incrementar el rendimiento de los neumáticos OTR en la operación de camiones Komatsu 930E – 4SE.
- Validar la propuesta técnica y económica y su impacto en la reducción de costos en la operación de camiones Komatsu 930E – 4SE.

Muestra:

De acuerdo al estudio previsto, el tipo de investigación es un estudio exploratorio profundiza los conocimientos sobre el rendimiento de neumáticos y su costo de operación en camiones de gran tonelaje. En esta investigación se amplió el conocimiento del

monitoreo de los neumáticos en operaciones; es descriptiva por que mide las variables; explicativa porque hay relación de dependencia entre variables de variables. El diseño es de carácter no experimental y transeccional por que se observa en un determinado momento de aplicación.

Dentro de operaciones mina Las Bambas es inevitable la existencia y uso de los neumáticos en equipos livianos, medianos y pesados. La población del presente estudio estuvo definida por el uso de los neumáticos fuera de carretera OTR. Así mismo la muestra que se tomó como estudio fue el costo hora del neumático en operación y las horas de rendimiento del neumático en operación de los 44 camiones eléctricos Komatsu 930E – 4SE.

Para todo esto se utilizó un método de recolección bibliográfica para entender el modelo teórico de los componentes y estructura de las llantas así mismo como diversos instrumentos que permitieron recoger información en forma directa de la operación y del personal involucrado con los neumáticos desde supervisores de mantenimiento, supervisores de operaciones mina, técnicos de neumáticos y operadores de camión.

Factores:

En minera Las Bambas para el desarrollo de su proceso extractivo cuenta con equipos de perforación, carguío, acarreo y equipos auxiliares. El mayor número de equipos dentro del área operativa son los camiones de la marca Komatsu en el modelo 930E - 4SE AC, el mismo que es motivo del presente estudio.

Según la política de carga 10/10/20 del diles Komatsu, establece que la capacidad permisible para el traslado de material de estos camiones está comprendida entre las 290 a 319 toneladas. Estos camiones son cargados por palas eléctricas de la marca P&H 4100 y palas Caterpillar del modelo 7495. En alguno de los casos son cargados por palas hidráulicas de la marca Caterpillar 6060 FS y un cargador frontal LT 2350.

En términos de costos según fuente de gerencia mina Las Bambas afirma que dentro de operaciones mina (perforación y voladura, carguío y acarreo), el proceso de acarreo de material consume un costo aproximado del 40% del costo total del proceso. Ahora del 100% del costo total en la operación de camiones un 35% va destinado a revisiones de mantenimiento, el 15% en lubricantes, el 20% en combustible y por último un 30% en el consumo de neumáticos.

En la actualidad el costo aproximado de un neumático OTR 53 / 80 R63, es de \$ 40 mil dólares americanos. En el camión van instalados 6 neumáticos los mismos que dan un promedio de inversión de \$ 240 mil dólares americanos por cada camión en movimiento. Minera Las Bambas cuenta con 44 camiones Komatsu 930E - 4SE. Por lo tanto, el costo de inversión aproximado de neumáticos rodando dentro de operaciones mina sería de 10'560,000 dólares americanos aproximadamente. Tenemos que considerar que la vida útil de los neumáticos en términos de horas de operación en camiones 930E – 4SE, según el fabricante Komatsu establece que el tiempo promedio de vida útil del neumático instalado en el camión (producción) debería ser de 4500 horas de rendimiento. Pero en el caso de minera Las Bambas el tiempo de vida útil de los neumáticos en términos de rendimiento no convalida este parámetro permitiéndose desechar (SCRAP) los neumáticos productos de cortes en el flanco, averías, desgaste en la banda de rodamiento y por arranque de goma en la banda de rodamiento.

El dato histórico reportado por el área de operaciones mina y mantenimiento mina indican que el tiempo promedio de vida útil de los neumáticos en minera Las Bambas estadísticamente en el año 2016 fue de 2977 horas de rendimiento aproximadamente. En el año 2017, la estadística muestra que el promedio fue de 3031 horas de rendimiento. En términos de consumo durante el año 2016 fue de 530 neumáticos, el año 2017 cerró con un total 542 neumáticos. Esta es la muestra inmediata que refleja el alto consumo de neumáticos y desde luego su alto costo de operación.

La vida útil de los neumáticos en operación de camiones en Las Bambas no es óptima, habiendo neumáticos que no llegan o superan la expectativa en su rendimiento de 3800 horas establecido por la minera. Generalmente la razón principal del motivo para desechar el neumático en operaciones es resultado de diversas fallas que el neumático va mostrando en sus partes principales como: banda de rodamiento, hombro y flanco.

Conclusiones:

- La implementación del plan de monitoreo para neumáticos OTR ha permitido reducir su costo de operación en \$ 3.00 dólares por cada neumático instalado en los camiones Komatsu 930E – 4SE en una hora. Demostrando la diferencia entre los \$ 13.5 dólares en el 2016 a \$ 10.5 dólares en el 2018.
- El estudio y diagnóstico del problema ha demostrado que el arrancamiento de goma de la banda de rodamiento y el desgaste prematuro de la banda de rodamiento fueron las fallas más frecuentes que ocasionaron el alto costo de operación de los neumáticos OTR instalados en los camiones Komatsu 930E – 4SE.
- El control y monitoreo de los parámetros de operación en tiempo real en los neumáticos OTR como la temperatura, la presión, la carga del camión y la velocidad de desplazamiento son determinantes para incrementar el tiempo de su vida útil.
- El control y monitoreo para el desgaste del remanente en la banda de rodamiento es determinante para la rotación de los neumáticos permitiendo disminuir el riesgo del operador en términos de seguridad y optimizar el rendimiento del neumático.

“Optimización del carguío y acarreo mediante la mejora de eficiencia del tiempo de vida de los neumáticos de los equipos empleados en la empresa s.m.r.l. divina revelación, Cajamarca. Universidad alas peruanas facultad de ingeniería y arquitectura escuela profesional de ingeniería de minas, idrogo Zamora, Abner Cajamarca - Perú – 2018.”

En esta investigación, se busca determinar el tiempo de vida de los neumáticos de los equipos empleados en el carguío y transporte de la empresa S.M.R.L. Divina Revelación. En la empresa S.M.R.L. Divina Revelación, el deterioro en las llantas de equipos de acarreo, tienen especial importancia debido a que estas presentan constantes daños, por tanto, pueden llegar a producir fallas y accidentes que afectarían la productividad del proceso de acarreo en la mina ocasionando importantes pérdidas económicas. El daño de estas llantas puede ocurrir por diversos motivos tales como: fallas en su fabricación, altas presiones de las llantas debido a sobrecarga del equipo o mal distribución de la

carga en la tolva, el tipo de llanta no es el adecuado, el tiempo de vida útil llega a su fin, las condiciones de las vías por donde se desplazan los equipos no son adecuadas, entre otros.

De los motivos mencionados, uno de los factores más importantes de daño lo constituye las condiciones de las vías de acarreo, debido a que en estas existe un frecuente tráfico de equipos pesados al transportar material estéril y carbón, las cuales pueden presentar pérdida de bombeo, peraltes invertidos, ondulaciones y/o baches, por tanto, los camiones pueden sufrir sobrepresiones y deformaciones en sus llantas. Igualmente, el tráfico de estos equipos aumenta la presencia de rocas en la vía que caen cuando los camiones suben rampas, atraviesan baches y/o ondulaciones, que al ser pisadas provocan cortes y debilitamiento de la estructura de las llantas.

Objetivos:

- Optimizar el carguío y acarreo mediante la mejora de eficiencia del tiempo de vida de los neumáticos de los equipos empleados en la empresa S.M.R.L. Divina Revelación, Cajamarca, 2018.
- Mejorar las actividades de carguío y acarreo determinando el promedio de vida de los neumáticos de los equipos empleados en la empresa S.M.R.L. Divina Revelación, Cajamarca, 2018.
- Optimizar el carguío y acarreo determinando los indicadores de desgaste de los neumáticos de los equipos empleados en la empresa S.M.R.L. Divina Revelación, Cajamarca, 2018.
- Mejorar el carguío y acarreo proponiendo las soluciones para evitar el desgaste masivo de los neumáticos de los equipos empleados en la empresa S.M.R.L. Divina Revelación, Cajamarca, 2018.

Muestra:

En esta investigación cuasiexperimental se utiliza el método analítico ya que consiste en evaluar cada variable para observar las causas, la naturaleza y los efectos. En esta investigación se trabajó con los trabajadores de la empresa S.M.R.L. Divina Revelación, y con los siguientes equipos empleados en el carguío y acarreo:

- 4 Volquetones de 30 Toneladas.
- 2 retroexcavadoras CAT320.
- 1 volquete de 15 Metros Cúbicos.
- 2 volquetes de 2 Metros Cúbicos.
- 3 camionetas 4X4.

Factores:

¿Cómo optimizar el carguío y acarreo mediante la mejora de eficiencia del tiempo de vida de los neumáticos de los equipos empleados en la empresa S.M.R.L. Divina Revelación, Cajamarca, 2018?

¿Cómo mejorar el carguío y acarreo determinando el promedio de vida de los neumáticos de los equipos empleados en la empresa S.M.R.L. Divina Revelación, Cajamarca, 2018?

¿Cómo optimar el carguío y acarreo determinando los indicadores de desgaste de los neumáticos de los equipos empleados en la empresa S.M.R.L. Divina Revelación, Cajamarca, 2018?

¿Cómo mejorar el carguío y acarreo proponiendo las soluciones para evitar el desgaste masivo de los neumáticos de los equipos empleados en la empresa S.M.R.L. Divina Revelación, Cajamarca, 2018?

Conclusiones:

- De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que los volques tones de 30 toneladas tienen un promedio de vida determinado de 225.06 toneladas kilometro por hora. Para los volquetes de 15 toneladas es de 141.9 Ton Km/h. La retroexcavadora tiene un tiempo de vida de 18.26 Ton Km/h. Para el volquete de 2 toneladas es de 36.9 Ton Km/h. Y para las camionetas es de 13.71 Ton Km/h.
- Los indicadores de desgaste de los neumáticos de los equipos empleados en el carguío y acarreo de la empresa minera S.M.R.L. Divina Revelación son los cortes con rocas dentro de cantera y trochas, excesivo calor generado por altas velocidades, el sobre cargado de los volquetes, sobre inflado de neumáticos, inflado insuficiente de neumáticos, Mal carguío de roca en los volquetes.
- Para evitar el desgaste masivo de los neumáticos de los equipos empleados en el carguío y acarreo de la empresa minera S.M.R.L. Divina Revelación se sugiere asegurar la presión adecuada en el inflado, evitar sobrecargas de material transportado, moderar la conducción de los equipos, adaptar el equipo al lugar, optimizar el posicionamiento de las distintas máquinas durante la carga en el frente. Asimismo, es necesario un adecuado mantenimiento de equipos y de vías de carguío y transporte.

“MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE CAMIONES VOLQUETES EN LOS NEUMÁTICOS EN LAS MINAS DE TAJO ABIERTO NILA VALDEZ GAMARRA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN FRANCISCO AREQUIPA PERÚ 2022”

El presente trabajo de investigación se trazó en calidad de objetivo es describir hacer del Mantenimiento correctivo de camiones volquetes en los neumáticos en las minas de tajo abierto, debido a que se trata de una de las maquinarias pesadas que se encuentra en el engranaje de los procesos productivos.

El tipo de investigación de aplicativo con una variante Tecnológica, debido a que no solo se efectuaría un diagnóstico sino al mismo tiempo saber cómo se produce el problema del desgaste de los neumáticos cuando realiza sus acciones, como es el transporte del relave de minerales de la zona de explotación hacia la distribución. Los resultados de esta investigación, el 80% de los camiones volquetes que trabajan en el sector minero, tiene un recorte de vida en cuanto su rendimiento, especialmente los neumáticos deben ser removidos en su totalidad. Conclusión Los camiones volquetes entre más horas de trabajo, la maquina muestra un desgaste mecánico y los neumáticos pierden resistencia y durabilidad. Palabra claves. Neumáticos, camión volquete, ciclo de vida

Objetivos:

- Impulsar en el sistema de incrementar el rendimiento de los neumáticos OTR para reducir su costo de operación en camiones
- Presentar la estructura de neumáticos, uso, desgaste y costos de operación en neumáticos,
- Señalar la función de neumáticos, uso, desgaste y costos de operación en neumáticos,
- Describir el diagnóstico de la causa raíz que permiten el motivo de desecho de los neumáticos en la operación de camiones
- Identificar las herramientas se debe emplear para el monitoreo y control que permitan incrementar el rendimiento de los neumáticos en la operación de camiones

Para ello se traza que factores deben considerarse para que duren los neumáticos es hacer los cálculos de resistencia al desgaste, choques y cortes, estabilidad, baja resistencia a la rodadura, resistencia a la carga, a la velocidad, para ello se emplea las fórmulas de física mecánica, siendo entre ellas, resistencia es igual a carga y velocidad.

Muestra:

Esta investigación tuvo un nivel aplicativo tecnológico debido a que está identificado en el proceso de mantenimiento correctivo para los camiones volquetes en los neumáticos, de las cuales trabajan en las minas de tajo abierto. En otros términos, esta investigación fue de carácter descriptivo explicativo, de dar a conocer acerca de la situación de los neumáticos de los camiones volquetes de un centro minero de tajo abierto.

El tipo de investigación no es experimental, debido a que solo se limita a realizar una descripción sobre el comportamiento que manifiesta el estado de los neumáticos del volquete camión que trabajan en el sector minero

Para la presente investigación, se empleó la técnica de la observación documental, siendo el instrumento una ficha de observación y presentación de cuadros sobre el comportamiento de los neumáticos que son parte importante de los camiones volquetes.

Factores:

(Calderón, 2014) En su tesis "Mejora del Tiempo de Operatividad de Camiones Volquetes en Proyectos de Mantenimiento Vial, utilizando Teoría de Confiabilidad en un Sistema Simulado", desarrollo de la siguiente manera El objetivo principal de este trabajo es brindar una propuesta de mejora para el tiempo de operatividad de una flota de camiones volquetes mediante la presentación de diferentes escenarios a través de la aplicación de la Teoría de Confiabilidad en un Sistema Simulado. Para lograr este objetivo se realizó un diagnóstico de la situación actual de los camiones volquetes mediante un estudio de análisis de fallas, con la finalidad de aplicar la teoría de confiabilidad para proponer escenarios alternativos que cumplan con el objetivo de la investigación; mejorar el tiempo de operatividad de la flota. Se ha probado la hipótesis que, si se aplica la teoría de confiabilidad en un sistema simulado de la flota de camiones volquetes, entonces es

posible mejorar el tiempo de operatividad de la flota. La metodología empleada fue no experimental, exploratoria y descriptiva.

(Castillo, 2019) desarrollo la tesis “Mantenimiento Centrado En La Confiabilidad Para Mejorar La Disponibilidad Mecánica Del Camión Volquete Volvo Fmx-440 En El Proyecto El Toro” Para ello se ha formulado el problema ¿Cómo influye el mantenimiento centrado en la confiabilidad del camión volquete volvo FMX-440 para mejorar la disponibilidad mecánica en el proyecto el Toro?; asimismo, se ha propuesto el objetivo de: Determinar la influencia del mantenimiento centrado en la confiabilidad del camión volquete volvo FMX-440 para mejorar la disponibilidad mecánica en el proyecto el Toro. Así como se ha determinado la hipótesis: El mantenimiento centrado en la confiabilidad del camión volquete volvo FMX-440 influye positivamente en la mejora de la disponibilidad mecánica en el proyecto el Toro.

Conclusiones:

- Los neumáticos es una de las piezas fundamentales en que permite tener el sostén de la capacidad de la carga neta y bruta en los camiones volquetes que debe tener las buenas condiciones operativas.
- El mantenimiento correctivo es uno de los que tiene el propósito de llevar a remediar alguna falla que pudiera detectarse a tiempo, en el funcionamiento de los neumáticos, en volquetes camiones.
- Los camiones volquetes que trabajan en las minas deben tener las condiciones de una logística adecuadas que se refleja en las herramientas.
- El desgaste de los neumáticos está en función a las horas de trabajo, entre más se detecta, más es el desgaste y los costos son más altos. A su vez el exceso de velocidad, la presencia de estar inflado, sobre inflado, el recalentamiento de los neumáticos, por el calor.

“Incremento de la vida útil de los neumáticos 11R22.5 para reducirlos costos de operación en la Empresa TRANSPORTE VALLE NORTE SAC Chinini Ruiz, Jhonathan Alfredo Universidad Cesar Vallejo CHICLAYO – PERÚ”

La presente investigación denominada: INCREMENTO DE LA VIDA UTIL DE LOS NEUMÁTICOS 11R22.5 PARA REDUCIR LOS COSTOS DE OPERACIÓN EN LA EMPRESA TRANSPORTE VALLE NORTE SAC, está enmarcada dentro de las políticas del sector industrial, en cuanto a incrementar los beneficios de la empresa, en función a la reducción de los costos operativos, además de ello, incrementar el tiempo de vida de los neumáticos de las unidades vehiculares, contribuye a la disminución de la contaminación ambiental.

La investigación se inicia realizando un diagnóstico de la situación actual en cuánto a la operación de los camiones tractos en la empresa, así como también a determinar los factores internos y externos que influyen en el desgaste de los neumáticos; se plantea estrategias y controles a todos los neumáticos, con la finalidad de calcular el tiempo de vida de los neumáticos. La investigación se concluye haciendo un análisis económico de la propuesta y el retorno de la inversión.

La determinación del tiempo de vida de los neumáticos, se determina a partir de los datos que se registran y que forman parte de la estrategia y control, a partir de ello, utilizando

el método de regresión lineal, generando una función lineal, en dónde la variable independiente es el desgaste de los neumáticos expresados en milímetros, y la variable dependiente de la ecuación es los kilómetros que recorrerán los neumáticos hasta alcanzar un valor razonable del ancho de rodadura, que se estableció en 7 mm. En todos los casos, los neumáticos tienen un tiempo de vida alrededor de 100000 Km, siendo los neumáticos ubicados en la parte delantera de la unidad los que tienen mayor tiempo de vida. Finalmente, se hizo la evaluación económica de la propuesta, utilizando indicadores económicos que hacen factible la ejecución del proyecto, dentro de un periodo dado, con una tasa de interés promedio al sector bancario.

Objetivos:

Incrementar la vida útil de los neumáticos para reducir los costos de operación de la flota de vehículos de carga de la empresa.

Muestra:

Se realizan muestreos y recolección de información del a través de equipos de medición y personal operativo para evaluar los diferentes parámetros de afecto en la compañía Valle Norte SAC, tal el desgaste de neumáticos, consumo de, combustible, kilometraje recorrido, tipo de ruta que ha recorrido entre otros parámetros necesarios para el análisis correspondiente, así mismo como validar la documentación o hojas de vida de los vehículos.

efectuar la inspección del desgaste de los neumáticos en las diversas unidades vehiculares que tiene la empresa Valle Norte SAC, relacionado con el consumo de combustible y el kilometraje y ruta recorrida, para poder establecer indicadores de duración eficaz de las llantas es de acuerdo al requerimiento de la misma.

Factores:

Determinar las circunstancias interiores y exteriores que predominan el deterioro de las llantas 11R22.5 de la empresa transporte Valle Norte SAC. Circunstancias que intervienen en la duración de las llantas.

La hipertermia interior de actividad.

Cuando una llanta gira, se caldea preciso a:

La labor que realiza.

La caldea de los tambores de detención.

La caldea de reductores.

La hipertermia crucial interior del aire en una llanta es el término a partir donde hay un riesgo para la llanta, en falta de bases calientes externos a la llanta, se toma que la hipertermia crucial se consiga en el momento que el aire que está en interno de la llanta obtiene a 80° C; esa hipertermia es constante diminuta que la hipertermia interior de la llanta.

Conclusiones:

Se hizo la evaluación de la posición presente de los desgastes y cambios de los neumáticos de las unidades vehiculares, en el cual se determinó que se realiza el cambio de los neumáticos en el periodo de 4 meses, no existiendo ningún control en el

seguimiento de los desgates que sufren los neumáticos, dichos cambios y reposiciones repercuten significativamente en los precios de ejecución de la compañía.

2. Se determinó las causas interiores y exteriores que actúan en el deterioro de las llantas, como son la temperatura, la presión de inflado, las condiciones ambientales, conducción de la unidad, mantenimiento a los sistemas de dirección, suspensión y frenos, así como también el tipo de vía por el cual circula.

3. Se hizo la propuesta de la estrategia y controles de los neumáticos, el cual consisten en realizar mediciones de los desgates, rotación de las posiciones, mantenimiento.

4. Mediante el método de regresión lineal, se hizo las proyecciones del tiempo de vida de los neumáticos, expresados en kilómetros de recorrido total, hasta alcanzar 7 mm de espesor de ancho de rodadura, generando ecuaciones lineales, en el cual la variación del desgaste influye en el recorrido total en kilómetros.

5. Se realizó el análisis económico del proyecto, obteniendo un valor actual neto de 3954.1 Soles, una tasa interna de retorno de 23% mensual y una relación beneficio costo.

“SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO A LOS ACTIVOS DE LA CONTRATISTA KALTIRE S.A DE C.V SUCURSAL COLOMBIA, EN LA EXPLOTACIÓN MINERA CALENTURITAS DE LA EMPRESA PRODECO VÍA LA LOMA CESAR. FÉLIX ANDRÉS MORENO VERGEL UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA COLOMBIA.”

Este trabajo se fundamenta con el fin de estructurar un sistema de información basado en

la recolección y levantamiento de información mediante el diseño, creación e implementación de

formatos específicos para esta actividad en la empresa KALTIRE S.A de C.V Sucursal Colombia, con el fin de llevar a cabo una documentación real y sustentable, además se llevó un control en un matriz de Excel con el fin de mantener un registro claro, control de actividades de mantenimiento y programar equipos para actividades de mantenimiento futuras. Asimismo, se crea un formato de identificación de daños en llantas, con el cual se llevó un control de cada llanta desmontada, se inspecciona y se verifica su estado y depende de sus condiciones se puede dar nuevamente utilidad a esta llanta, de lo contrario se especificarán sus daños, se evaluarán y se tomara el veredicto si se puede reparar o desechar.

Objetivos:

- Estructurar el sistema de información para la gestión de mantenimiento de los activos de la contratista KALTIRE S.A DE C.V SUCURSAL COLOMBIA, en la explotación minera calenturitas de la empresa PRODECO vía la loma cesar.
- Reconocer la información que contenga las especificaciones técnicas e historiales de mantenimiento realizado a los equipos utilizados en la empresa.
- Diagramar el sistema de información por secciones de acuerdo a los procesos de identificación de cortes y daños en llantas.
- Demostrar a través de la aplicación de actividades, los planes de mantenimiento de equipos, inspección y revisión que deben realizarse para la identificación de cortes en llantas, con base a los requisitos del sistema de información.

Muestra:

Se recolecta información sobre las especificaciones técnicas de los vehículos así mismo como historiales de mantenimientos realizados, recopilación de información que se encuentra actualmente e investigación de su procedencia, agrupación de información y evidencias que permita determinar los daños más frecuentes que se presentan en cada vehículo.

Factores:

En la empresa KALTIRE S.A DE CV SUCURSAL COLOMBIA, dedicada al mantenimiento preventivo y correctivo de llantas de equipo minero, busca como principales metas satisfacer sus necesidades y las de sus clientes para obtener mayor rentabilidad de los activos físicos existentes. A través de una de las ramas de la gestión de activos, en este caso se refiere a la línea de Mantenimiento Industrial, en donde se quieren mejorar las falencias con las que actualmente cuenta la empresa en lo que hace referencia al manejo y control de llantas.

Actualmente se evidencia de que no existe un control de registro sobre la identificación, severidad y rango de daños en los que son presentados en las llantas, adicionando que los equipos con los que se le realiza mantenimiento a estas llantas no cuentan con:

- Ficha técnica
- Hoja de vida
- Orden de trabajo

Solo se cuenta con actas de mantenimiento. La información que se registra, no está actualizada para llevar a cabo procedimientos de mantenimiento, conociendo el historial y dossier de cada uno de los equipos para realizar un mantenimiento óptimo y proactivo, que marque un enfoque con alto indicador de mantenimiento preventivo.

De igual manera la falta de información de daños genera un déficit al control manejado en tanto al entorno económico como el laboral, debido a que no se lleva a cabo un registro específico el cual determine la severidad del daño en las llantas.

Conclusiones:

- Se logró documentar toda la información necesaria para el sistema de información, mediante el levantamiento, recopilación y organización de toda la información perteneciente a cada equipo y herramienta de la empresa, además se agrupó toda la información perteneciente a cada corte presentado con más frecuencia en las llantas.
- Se evidencio cada sección de la llanta y se identificaron todos los daños que se presentan, se verifico gráficamente los daños que se presentan con mayor frecuencia, el promedio de vida de cada llanta y el exceso de llantas desechadas por los daños presentados debido a las condiciones de trabajo.
- Se realizaron los formatos de fichas técnicas, hojas de vida y orden de trabajo, basados en el libro de la uis, con el fin de crear una documentación real y sustentable de cada equipo para las actividades de mantenimiento. Además, realizó un formato de identificación de cortes con el fin de inspeccionar y registrar cada llanta desmontada en actividades de mantenimiento.

- Con la implementación del formato de inspección de daños y componentes, se notó una gran disminución en la parada de camiones por fallas después de ser intervenidos, se evidencio una disminución de un 37% en llantas mal inspeccionadas y por desechar.
- Se crea una matriz en Excel con el fin de llevar un control a las actividades de mantenimiento realizado a cada equipo, se evidencia su efectividad, ficha técnica y hoja de vida.
- Se plantea el sistema de información con el fin de llevar un correcto mantenimiento de los equipos evitando paradas por fallas de herramientas o daño de las mismas.

“SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE VEHICULOS DE LA EMPRESA VALORCON S.A. EN EL PROYECTO TRANSVERSAL DE LAS MARIVAS CAMPAMENTO EL BANCO MAGDALENA CLAUDIA MARCELA VELASQUEZ LEMUS UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA.”

Está investigación tiene como finalidad estructurar un sistema de información para la gestión del mantenimiento en el sector de la construcción de vías terrestres para los equipos utilizados en la empresa valorcon s.a., en donde se busca a través de la codificación de los equipos, el funcionamiento de sus partes y el diseño de formatos la implementación a pequeña escala para dar a conocer la importancia de efectuar este tipo de sistema de información en todos los equipos existentes en el frente.

Objetivos:

- Elaborar un sistema de información para la gestión de mantenimiento de vehículos de la empresa Valorcon s.a. en el proyecto transversal de las américas campamento el banco, magdalena.
- Realizar un diagnóstico de la condición actual del sistema de mantenimiento de los equipos.
- Clasificar la información identificando sistemas, subsistemas y componentes principales de los equipos.
- Definir los procedimientos de mantenimiento de las fallas potenciales que se presentan en los equipos con el fin de preservar los activos físicos.

Muestra:

Definir los procedimientos de mantenimiento de las fallas potenciales que se presentan en los equipos con el fin de preservar los activos físicos.

Clasificación de las fallas en críticos, significativos, tolerables o insignificantes en función de sus consecuencias.

Listado de todos los sistemas y subsistemas del equipo.

Reconocer el área encargada del mantenimiento.

Diagnosticar el área de mantenimiento mediante la matriz DOFA.

Factores:

En el área de mantenimiento son muchas las actividades que se realizan diariamente, las cuales en su gran mayoría son correctivas lo que ocasiona retrasos en la productividad del frente, asimismo el costo de este tipo de mantenimiento es impredecible, porque no siempre se tiene la certeza de cuál es la falla exacta, por consecuencia se generan

pérdidas para la empresa en general. Además, la ejecución de este tipo de mantenimiento no ofrece mejoras ocasionando junto a condiciones como exceso de peso, vías en mal estado y conductores con falta de experiencia averías imprevistas en los equipos.

Valor con S.A. no posee en el frente manuales de mantenimiento, hojas de vida de los vehículos, ni una base de datos del mantenimiento aplicado a los mismos, es por eso que para ejecutar un mantenimiento de forma planificada y programada para descubrir defectos y averías que puedan ocasionar reparaciones imprevistas o daños que afecten su funcionalidad a los equipos móviles, cualquiera sea su clase se llevara a cabo el siguiente trabajo de investigación, recopilación de conceptos, creación de formatos de registro y reportes e información, relacionados con los vehículos usados como ejemplo de aplicación de tal forma que pueda mostrar la ventaja y necesidad de disponer y aplicar sistemas de información de procesos de mantenimiento bien estructurados a las flotas de los equipos existentes

Conclusiones:

- Para proceder a realizar un diagnóstico de la condición actual del área de mantenimiento fue necesario identificar cada uno de los equipos del proceso productivo, realizando un inventario detallado de estos e identificando los sistemas más importantes de cada equipo en el proceso de funcionamiento. Además de esto se determinó que no se maneja información concerniente a las actividades de mantenimiento, debido a que no se cuenta con los documentos adecuados; ni el personal necesario para llevar registros de la información referente al mantenimiento. Por esta razón se hizo necesario, proponer diseños de documentación que permita tener un poco de organización ayudando así al proceso de toma de decisiones en esta área.
- Dentro de la documentación diseñada se puede encontrar las fichas técnicas de los equipos y los registros de estado diario de los mismos los cuales permiten ver las características más importantes de cada equipo y registrar a su vez información acerca del comportamiento del mismo, permitiendo así identificar cuáles serían, por ejemplo: las fallas más comunes, los repuestos que más se utilizarían, etc.; otro documento es el de formato de órdenes de trabajo que nos permite identificar información muy valiosa para la gestión de almacén de mantenimiento, además de los reportes de actividades diarias del taller, documento que también nos brindan una información muy útil para la organización y seguimiento de las actividades de mantenimiento en la frente.
- Ya teniendo la documentación y los equipos con los cuales se va realizar el trabajo de implementación de la gestión de mantenimiento, se procedió a realizar la recopilación de información la cual es suministrada por los proveedores, detallada en el manual de cada equipo o suministrada por el personal del área de mantenimiento facilitando de esta manera obtener los datos precisos de cada equipo a registrar en la gestión de mantenimiento.

5.2. Marco teórico.

El neumático es una pieza toroidal de caucho, la cual es colocada en las ruedas de un vehículo, para que este tenga contacto por adherencia y fricción con el asfalto, por medio de estos elementos el vehículo tiene la capacidad de desplazarse, transitar por las diferentes vías, avanzar virar y frenar en las diferentes calzadas.

Elementos del neumático.

Comencemos con las capas exteriores que componen el perfil y las lonas de un neumático. La función principal de este compuesto de caucho es envolver la cubierta, proporcionando una resistencia a la rodadura baja, una conducción óptima, una vida útil larga y buen kilometraje.

1. Perfil: Este está fabricado con caucho sintético y natural. En los neumáticos nuevos esta superficie texturizada garantiza un gran kilometraje, una buena conducción en carretera y expulsa eficientemente el agua. Esto representa conducir con un elemento que brinda seguridad en cualquier condición, este permanece en contacto con el asfalto y se compone de tres zonas:
 - Banda de Rodadura: Es la parte del neumático que está más en contacto con el asfalto. Proporciona agarre en cualquier condición, resistencia al desgaste y estabilidad direccional.
 - Base: Por debajo de la banda de rodadura, la base reduce la resistencia de rodadura y los daños que puede sufrir la estructura interna del neumático o cubierta.
 - Hombro: Estos son los bordes exteriores del perfil, esta zona es la transición óptima entre el perfil y el flanco del neumático.
2. Lonas de Carcasa: Esta capa se localiza justo debajo del perfil, esto permite circular a altas velocidades. Están formadas por una sola queda de nailon resistente, embutida en caucho. Estas cuerdas hacen espirales alrededor de la circunferencia del neumático de un lado a otro, sin solaparse. (tire, s.f.)
3. Lonas de cima: se tipifican como los de acero resistente que proporcionan rigidez a esta capa del neumático, lo que (tire, s.f.):
 - Aumenta la estabilidad de la forma y la estabilidad direccional
 - Reduce la resistencia de rodadura.
 - Incrementa el Kilometraje del neumático.
4. Pliegue de tejido: Esta capa de tejido, concretamente rayón de poliéster cauchetado, controla la presión interna del neumático y hace que conserve su forma (tire, s.f.).
5. Aislamiento interior: Capa estanca compuesta en caucho butílico que cumple dos funciones fundamentales:
 - Sella la cámara de aire interior, controlando la presión del neumático.
 - Actúa como cámara en los neumáticos modernos, que actualmente no la tienen.

6. Flanco: Pared exterior del neumático, conectada al perfil por el hombro. Fabricado con caucho natural, el flanco protege la cubierta de daños externos y de las condiciones externas (tire, s.f.).
7. Aro de Talón: Fabricado con nailon o aramida, un tipo de fibra sintética fuerte y resistente al calor, este es un tipo de hilo extremadamente fino el cual incrementa (tire, s.f.):
 - Incrementa la estabilidad direccional.
 - Facilita una respuesta precisa al girar.
8. Talón: Cuña de caucho sintético cuya función es estabilizar. La zona baja tiñe la misma función que el aro de talón, a la vez que proporciona un confort adicional al girar (tire, s.f.).
9. Pestaña; Parte central del talón, la pestaña está fabricada con cable de acero embutido en caucho. La pestaña garantiza que el neumático se asiente firmemente en la rueda y quede totalmente hermetica en sus costados (tire, s.f.).

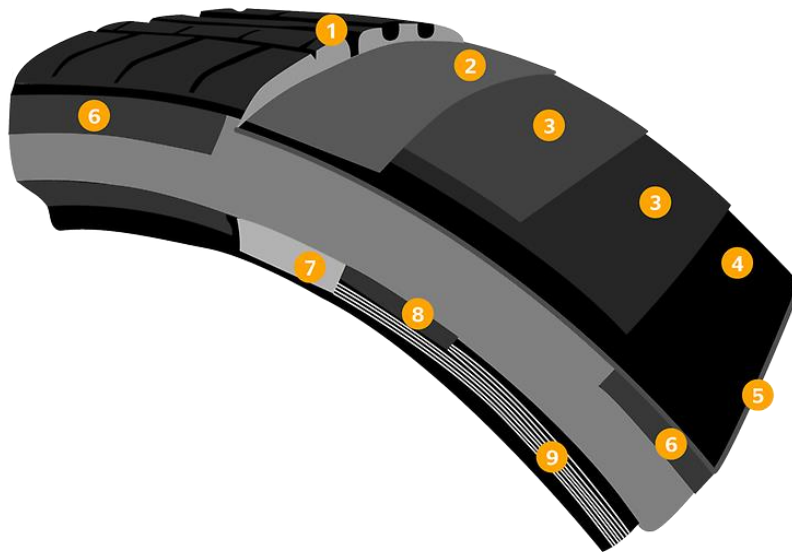


Figura 1. Partes del neumático. Imagen tomada de (CONTINENTALTIRE.COM, s.f.)

Patrones del dibujo en los neumáticos.

La banda de rodamiento o dibujo es la parte de la rueda que está en contacto con la superficie del asfalto o carretera. Si se visualiza los diferentes tipos de neumáticos que están disponibles en el mercado, se observa que hay una variedad de modelos y patrones de dicho dibujo.

El patrón que tienen los diversos dibujos de un neumático es único y proporciona al vehículo agarre y manejo para unas condiciones de conducción específicas, en un caso específico de camiones tendríamos los diseños direccionales y tracción.

- Nervaduras: Son la parte en relieve del patrón del dibujo, formada por los tacos del dibujo.
- Reúnas: Son profundos canales dispuestos en forma de circunferencia y de manera lateral a lo largo del neumático.
- Tacos del dibujo: Son los segmentos de caucho en relieve que están en contacto con la superficie de la carretera
- Laminillas: Son pequeñas y estrechas ranuras modeladas en los tacos del dibujo.

En conjunto, las nervaduras, las ranuras, los tacos del dibujo y las laminillas se pueden disponer formando un patrón único para ajustar el rendimiento del neumático en áreas clave como el ruido, conducción, la tracción y el desgaste.

Esto proporciona a los fabricantes de neumáticos la capacidad de desarrollar patrones de dibujo para atender necesidades de conducción específicas, como el frenado en condiciones húmedas, la conducción en superficies secas, la resistencia al aquaplaning o hidroplaneo, tracción en hielo, barro y nieve.

Entre los patrones que existen se pueden distinguir las siguientes tres categorías:

- Patrón simétrico: El tipo de patrón más común es el simétrico pues es adecuado para neumáticos de turismo, pero no para uso en alto rendimiento, con este diseño se tienen nervaduras o tacos del dibujo independientes por toda la superficie de la banda de rodadura y ambas mitades del neumático cuentan con el mismo patrón.
Características clave:
Conducción suave, alta estabilidad direccional, y baja resistencia a la rodadura.
- Patrón direccional: Un neumático con un patrón direccional está diseñado para girar hacia adelante en una única dirección. Tiene ranuras laterales que coinciden en la mitad de la banda de rodadura y tienen una imagen similar a la forma de punta de flecha, No obstante, su finalidad va más allá de la estética deportiva, las ranuras con forma de V resisten mejor el aquaplaning o hidroplaneo a altas velocidades ya que desplazan el agua de forma eficaz a través del patrón del dibujo.
Otro beneficio del dibujo direccional es que proporciona tracción a su vez posee un excelente desempeño en barro y nieve, por este motivo es altamente recomendada por ser un tipo de neumático all-season o para diversos terrenos.

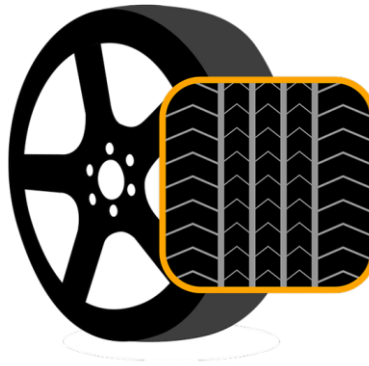


Figura 2. Labrado simétrico de la rueda imagen tomada de (CONTINENTALTIRE.COM, s.f.)

- Patrón asimétrico: Un neumático con patrón asimétrico cuenta con dos diseños de dibujo diferentes: uno, en la mitad interior del neumático, otro en la mitad exterior del neumático, el dibujo interior es responsable del desplazamiento del agua y de la protección contra el hidropelante. El dibujo exterior tiene tacos rígidos para una mayor rigidez lateral, que proporciona un gran agarre al tomar curvas o conducir en superficies secas, así como un menor ruido interior. Por esto hace que estos neumáticos sean populares en vehículos del alto rendimiento.



Figura 3. Labrado asimétrico de la rueda. Imagen tomada de (CONTINENTALTIRE.COM, s.f.)

Materiales de los Neumáticos

Los materiales de los neumáticos se usan principalmente tres grupos de materiales, los cuales son compuestos de goma, tejidos y alambres de acero para los talones, dichos materiales tienen características mecánicas diferentes, pero trabajan con un solo conjunto.

Compuestos

Son una mezcla de cauchos naturales artificiales combinados con otra serie de quimos para lograr propiedades que se requieren. Los compuestos termoplásticos son sometidos a vulcanización para transformarlos en compuestos elásticos formando el conjunto del neumático.

Los polímeros usados en las mezclas son:

Usos normales:

- Caucho natural (NR)
- Pol isopreno (PI)
- Estrenó Butadieno (SBR)
- Poli butano (PDB)

Usos Especiales:

- Butilo.
- Cloro butilo
- Etileno Propileno dieno modificado (EPDM)
- Neopreno

Designación de los neumáticos.

Parámetros Generales.

Los parámetros que se utilizan para designar los neumáticos son de tres tipos.

Geométricos:

- Anchura nominal de la sección
- Coeficiente de la forma o relación nominal
- Diámetro nominal de la llanta.

Referentes a la estructura y constitución de los neumáticos

- Tipo de estructura.
- Utilización o no, de cámara
- Indicación en el caso de tener refuerzos.

Relativos a las condiciones de utilización:

- Carretera o Lodo.
- Categoría de velocidad.
- Índice de capacidad de carga.

En la imagen a continuación se destacan las medidas más usadas para designar dimensiones y características de los neumáticos, en relación con la cubierta, la carcasa y la banda de rodamiento.

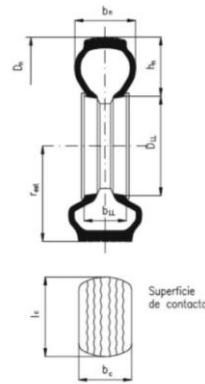


Figura 4. Parámetros de la rueda. Imagen tomada de (ROMÁN, 2015).

Para la figura anterior definimos los siguientes datos para cada una de las medidas expuestas:

- hn: Altura de la sección del neumático.
- bn : Anchura de la sección del neumático.
- Dn: Diámetro exterior del neumático.
- bLL: Anchura del aro.
- DLL: Diámetro del aro.
- Lc: Longitud de la superficie de contacto.
- Bc: Anchura de la superficie de contacto.
- Rest: Radio bajo carga estática

Parámetros Geométricos

- Ancho nominal de la sección expresada en mm (bn): Es un número propuesto por el fabricante, que debe coincidir con la medida que tiene el neumático inflado y en condiciones fijadas previamente.
- Diámetro nominal del aro (Du): Viene expresado en pulgadas o milímetros, es el diámetro que deben tener los aros en donde el neumático será instalado.
- Relación nominal de aspecto (RNA): Es el céntuplo del número que se obtiene al dividir la altura de la sección y la anchura de la misma

$$100 \frac{h_n}{b_n} [1]$$

Parámetros de estructura, constitución y condiciones de uso

Tipo de estructura

- Neumáticos de estructura diagonal, no tienen indicación.
- Neumáticos de estructura radial, tienen indicación "R" o "RADIAL".
- Neumáticos diagonales cinturados, tienen indicación "B" o "BIASBELTED"

Tipo de cámara

- Neumáticos con cámara, no tienen indicación.
- Neumáticos sin cámara, tienen indicación "TUBELESS"
- Neumáticos reforzados, tienen indicación "REINFORCED"

Condiciones de utilización

- Neumáticos tipo lodo y nieve: tienen indicación "M+S" "M.S" "M&S"
Estas letras corresponden a las iniciales a "mud and snow" que quiere decir barro o lodo y nieve.

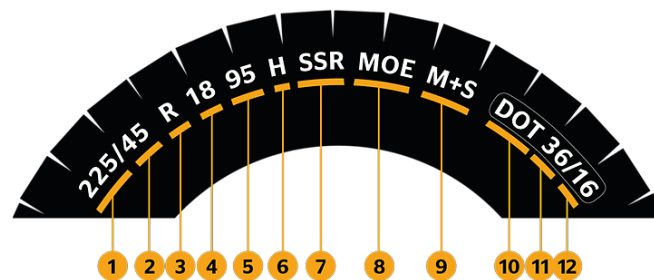


Figura 5 Nomenclatura de la rueda imagen tomada de (CONTINENTALTIRE.COM, s.f.)

1. La anchura de los neumáticos, en milímetros
2. La altura en tanto por ciento del flanco con respecto a la anchura
3. El tipo de neumático (aquí neumático radial)
4. El diámetro de la llanta, en pulgadas
5. El índice de carga (capacidad máxima de carga que soporta el neumático)
6. El índice de velocidad (velocidad máxima que soporta el neumático)

En ocasiones se encuentra más información, pero no es importante para determinar el tamaño del neumático:

7. Neumático autónomo con tecnología run flat
8. Llave del Equipamiento Original de Mercedes
9. Adecuado para condiciones con barro y nieve
10. Cumple las normas dispuestas por el Departamento de Transporte en materia seguridad de vehículos
11. de motor
12. Semana de fabricación
13. Año de fabricación

Índices de carga del neumático

Es una cifra que representa el valor de la carga máxima que puede soportar el neumático, como se puede observar en la imagen siguiente donde encontraremos los parámetros y nomenclatura de los índices de carga (LI) de los diferentes neumáticos.

LI	kg	LI	kg	LI	kg	LI	kg	LI	kg
50	190	65	290	80	450	95	690	110	1080
51	195	66	300	81	462	96	710	111	1090
52	200	67	307	82	475	97	730	112	1120
53	206	68	315	83	487	98	750	113	1150
54	212	69	325	84	500	99	775	114	1180
55	218	70	335	85	515	100	800	115	1215
56	224	71	345	86	530	101	825	116	1250
57	230	72	355	87	545	102	850	117	1285
58	236	73	365	88	560	103	875	118	1320
59	243	74	375	89	580	104	900	119	1360
60	250	75	387	90	600	105	925	120	1400
61	257	76	400	91	615	106	950	121	1450
62	265	77	412	92	630	107	975	122	1500
63	272	78	425	93	650	108	1000	123	1550
64	280	79	437	94	670	109	1030	124	1600

Tabla 1 Índices de carga de la Rueda. Imagen tomada i-neumaticos.es

Aplicación de los neumáticos para vehículos de carga:

Capacidad de carga

La capacidad de carga es el máximo peso que puede soportar cada uno de los neumáticos, el cual dependerá de sus características de construcción, presión de inflado, velocidad del vehículo y características de la calzada sobre la que se desempeña, este valor viene determinado por el fabricante en un rango de presión determinado por el mismo fabricante.

Dicho número o índice se puede identificar fácilmente en el costado del neumático, y como se muestra en la ilustración anterior se puede evidenciar la capacidad de cada neumático, la carga del neumático multiplicada por el número el eje, debe cubrir la carga total de dicho eje, este valor se multiplica por el número de ejes obteniendo la carga total que puede soportar el vehículo.

Mantenimiento de los Neumáticos:

Presión de Aire de los Neumáticos

Según Erick Francisco Rojas Román en la tesis diseño e implementación de un sistema de monitoreo para el control y mantenimiento de los neumáticos de la empresa vías del austro La revisión de la presión de aire en los neumáticos de los vehículos destinados para carga es indispensable debido a que la presión se pierde muy lentamente al pasar

el tiempo, y aumenta o disminuye en relación directa con la temperatura del aire del ambiente y la transferencia de calor del sistema de frenos, por lo que se debe hacer una revisión periódica de la presión ya que de esto depende la seguridad y por ende el óptimo rendimiento de los neumáticos.

Dependiendo de la marca y modelo, la correcta presión de aire, según su designación, es un punto importante en el rendimiento del neumático, por lo cual, el mantenimiento preventivo del mismo, ahorra en un buen porcentaje los costos operativos de la flota.

En nuestro país es importante la correcta presión de los neumáticos que, ya que aún existen carreteras en vías de desarrollo, y al tener cercanía entre las tres regiones, las variaciones de presiones en los neumáticos podrían ocasionar malas condiciones de uso provocando desgaste prematuro y daños que reducen su vida útil.

La correcta medición de presión de los neumáticos se tiene que realizar en frío, es decir, antes de que el vehículo haya recorrido dos kilómetros o después de tres horas de transcurrido el viaje, ya que, durante el mismo, el neumático se ve sometido a altas velocidades, cruces repentinos y frenadas.

Es importante mencionar que nunca se debe reducir el aire del neumático cuando éste está caliente y nunca se debe exceder el límite de presión indicado en la pared lateral cuando el mismo está frío. El exceso de presión en los neumáticos aumenta el riesgo de daño por impacto y la baja presión aumenta el desgaste por afecto de arrastre y aumenta el contacto con la calzada. El nivel de presión bajo ocasiona recalentamiento debido a que se aumenta la flexibilidad en la pared lateral. Cabe recalcar que la presión descrita al costado del neumático no es la presión correcta de funcionamiento sino es la máxima que tolera el neumático, es un error hacer uso del mismo con presiones de ese valor (ROMÁN, 2015, pág. 20).

Problemas frecuentes en los neumáticos

Los neumáticos, por su constante trabajo y exigencias se ven expuestos a una serie de problemas tales como baja presión, sobrepresión, alteraciones en su geometría, sobrecargas entre otros.

Baja presión



Figura 6 Neumáticos con baja Presión. Imagen tomada de (ROMÁN, 2015).

Según Erick Francisco Rojas Román en la tesis diseño e implementación de un sistema de monitoreo para el control y mantenimiento de los neumáticos de la empresa vías del austro La baja presión representa a una menor cantidad de aire de la recomendada luego de considerar la carga y velocidad del vehículo. Como se mencionó con anterioridad, cuando

el neumático trabaja a una presión menor, tiene mayor contacto con la calzada y esto causa un aumento en el consumo del combustible debido a que aumenta la resistencia al rodamiento del mismo, haciendo que el motor del vehículo trabaje más, consumiendo más combustible, para vencer dicha resistencia. Según estudios realizados por la Asociación Americana de Automóviles, se dice que una reducción de tres libras de presión en un neumático, aumenta el consumo de combustible en un 10%.

Un neumático que tiene baja presión, pone en contacto con la calzada, los extremos de la banda de rodamiento, lo cual da como resultado una menor capacidad de carga que la especificada, desgaste prematuro en las paredes y aumento en la generación de temperatura en las telas debido a la flexión excesiva.

Algunas de las consecuencias que se dan a causa de la baja presión son: riesgos de cortes en los costados, menos posibilidad de reencauche, fatiga de la carcasa, entre otros factores, los mismos que dan como resultado un menor rendimiento en kilómetros.

Cuando un neumático circula a baja presión, sus costados van a soportar mayor presión que su parte central, como consecuencia, será ésta la parte que sufra más desgaste con riesgo a cortarse debido a la presión del aro contra el neumático y el piso.

La fatiga de la carcasa es un punto importante para el aumento del consumo del combustible ya que las distorsiones causadas en la misma, crean un aumento en la resistencia a la rodadura en altas velocidades, lo cual provocará mayor desgaste. Cuando un neumático rueda con un déficit de presión de aproximadamente el 60%, de acuerdo a la carga a la que está sometido, se pueden presentar inconvenientes como los siguientes elementos (ROMÁN, 2015, pág. 21):

- Separación de banda de rodamiento
- Quiebre en el área del hombro
- Quiebre en el área del talón
- Separación de hilos lonas.
- Separación o desprendimiento de la banda de rodamiento.

Alta presión

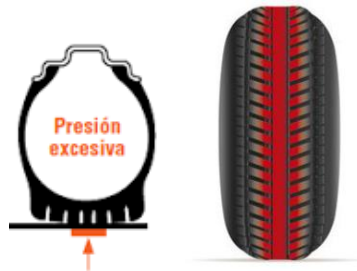


Figura 7. Neumático con exceso de presión. Imagen tomada de (ROMÁN, 2015).

Cuando existe un exceso de presión en el neumático, la única zona en contacto con la vía será la parte central, dándose como consecuencia a corto plazo una menor estabilidad y a largo plazo, un desgaste prematuro con respecto a los hombros del neumático. Otra de las alteraciones cuando existe exceso de presión en el neumático es que sus paredes no pueden realizar flexión de forma normal lo que provoca que estos no absorban elásticamente las irregularidades del terreno causando efectos negativos en el confort y principalmente en la seguridad corriendo el riesgo de que esta pueda llegar a reventarse.

Indicadores de desgaste del neumático.

Es la medida tomada entre el punto más alto de los tacos o bloques de la banda de rodamiento de la llanta y el punto más bajo de los canales de la misma. En Colombia, la profundidad de banda mínima que debe tener una llanta es 1.6mm. Por debajo de esta medida, la llanta se considera “desgastada” y el vehículo no pasará la revisión técnico-mecánica. Además, es riesgosa para conducir, especialmente en terrenos húmedos. La mayoría de las llantas cuentan con un instrumento llamado “indicadores de desgaste”, los cuales son unos pequeños “resaltos” en los canales de la llanta que permiten conocer cuando la llanta llega a su nivel mínimo de desgaste (ver foto). Para determinar la ubicación de los indicadores, la llanta tiene unos triángulos en el costado. La profundidad de banda también es muy útil como elemento de toma de decisión en la compra de unas llantas nuevas, ya que permite comparar las diferencias entre las marcas. La profundidad de banda es prácticamente la cantidad de caucho con que cuenta la banda de rodamiento, y nos puede ayudar a determinar si una llanta durará más que otra, aunque esto no es una regla general, ya que, en algunas circunstancias, una llanta con menos de Prof. de banda podrá durar más que otra, todo dependiendo del compuesto de caucho de las llantas. Algunas marcas económicas, especialmente las chinas y taiwanesas, tienen poca profundidad de banda, por lo que se (LLANTAS, s.f.):



Figura 8. Indicadores de desgaste de la rueda. Imagen tomada de sitio web virtuallantas.com/profundidad-banda/

Sistema de monitoreo de presión de ruedas (TPMS).

El sistema TPMS de control de la presión de los neumáticos permite controlar, realizando un monitoreo de manera constante, las condiciones de presión en cada una de las ruedas de un automóvil, y emite una señal luminosa en el panel de instrumentos como advertencia al conductor.

Este sistema es un elemento de seguridad activa que, aun siendo muy sencillo, puede ahorrar al conductor problemas y evitar accidentes. Los neumáticos con una presión inadecuada provocan un aumento del consumo de combustible, un desgaste irregular de la cubierta y pérdida de adherencia con la carretera (HELLOAUTO.COM, s.f.).

Componentes y tipos de los sistemas TPMS

Estos sistemas cuentan con una válvula y un sensor que se encuentran acoplados en un único mecanismo. Se pueden distinguir dos tipos de estos dispositivos:

- **Sistemas TPMS de medición indirecta:** Mediante los sensores del sistema ABS el TPMS puede conocer cuál de las ruedas da más vueltas de lo normal y supone que tiene una pérdida de presión. Esto lo consigue teniendo en cuenta que una rueda que cuenta con una presión inferior posee un diámetro menor que una con la presión adecuada, y, por lo tanto, necesitará dar más vueltas para recorrer la misma distancia que el resto.
- **Sistemas TPMS de medición directa:** Este sistema dispone de un sensor que mide la presión de cada rueda. Pueden estar adheridos a la válvula o pegados en la goma del neumático en su interior. Los sensores miden la presión y temperatura de cada rueda y transmiten los datos a la unidad de control de información por ondas de baja frecuencia. Suele ser necesario recalibrar estos sensores cuando se realizan cambios u otra operación en los neumáticos.



Figura 9. Sistema de TPMS en el vehículo. Imagen tomada de (WORLD, s.f.)

La presión de los neumáticos es un factor fundamental en la operación segura y eficiente de una flota de camiones. Por ejemplo, una presión inferior a la correcta puede afectar seriamente el consumo de combustible, y generar mayores costos operativos. Una presión incorrecta en los neumáticos también puede tener consecuencias de seguridad: puede causar pinchaduras, accidentes y paradas no planificadas. En general, los neumáticos defectuosos son responsables de casi un tercio de todo el tiempo fuera de servicio de los vehículos comerciales. Nuestro sistema de monitoreo de presión de neumáticos verifica constantemente las condiciones en tiempo real, lo que permite al conductor actuar según sea necesario. El sistema usa hardware y software establecidos y probados en carreteras, y fue desarrollado en colaboración con fabricantes de vehículos líderes (Group., 2015).

Beneficios del sistema de monitoreo de presión de neumáticos:

- Reduce el riesgo de pinchaduras y las paradas no planificadas
- Mejora la vida útil de los neumáticos, la economía de combustible y la seguridad
- Reduce las emisiones de CO₂ y el costo total de propiedad
- Simplifica la instalación y la adaptación
- Genera datos de presión y temperatura confiables, y los transmite con gran exactitud

El cableado y los materiales de los componentes sólidos respaldan la fortaleza de una señal alta y la transferencia de datos continua y exacta.

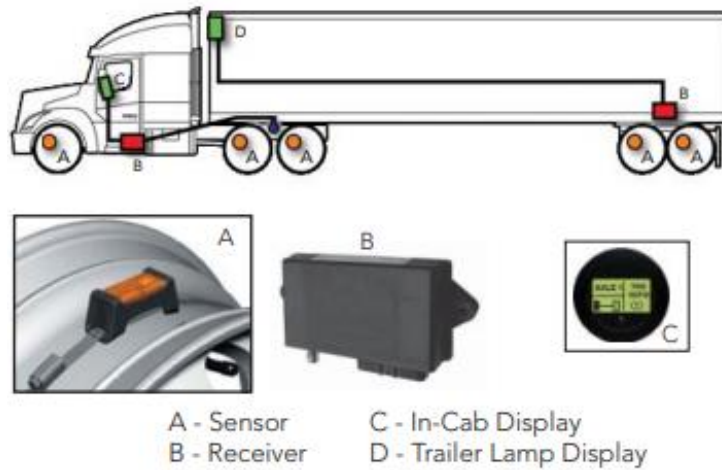


Figura 10. Sistema de TPMS para vehículos comerciales y de carga. Cub Elecparts INC.

6. Marco metodológico de la investigación

6.1 Recolección de la información.

Tipo de investigación es paradigma cuantitativo, investigación experimental ya que toda la información proviene de datos reales tomados de la base de información del mantenimiento diario, con él nos permite tener información de disponibilidad, rutas, consumos de combustibles, llantas, niveles de reencauchabilidad, hábitos de conducción, con los que finalmente gestionamos, analizamos y generamos una propuesta de mejoramiento tanto en procesos como en hábitos diarios que permiten impactar en el resultado del proyecto.

Fuentes de obtención de la información.

La información es suministrada por base de datos de la empresa y proveedores de llantas, telemetría, combustibles y el área de mantenimiento, con los cuales nos permiten acoplar información necesaria para el respectivo análisis.

- Base de datos históricos de medición de llantas. (BandTek)
- Base de datos históricos de disponibilidad de los Equipos. (Área Mantenimiento Empresa)
- Base de datos históricos de medición y consumo de combustible.
- Telemetría del equipo.

Análisis Dofa:

DOFA	POSITIVOS	NEGATIVOS
INTERNOS	FORTALEZA: Implementación de tecnologías 4.0 en para el área de mantenimiento, enfocadas al cuidado del medio ambiente y maximización de recursos.	DEBILIDADES: Continuidad con el proyecto y acompañamiento a los operadores de los equipos en cuanto la utilización de la tecnología.
EXTERNOS	OPORTUNIDADES: Prevención de accidentes, aumento en la seguridad vial y del personal operador de los vehículos	AMENAZA: Daños calidad de las vías, detractores de proyectos, robos de los dispositivos, disposición final al termino de vida útil de los dispositivos.

Tabla Análisis DOFA

6.1.1 Herramientas.

Equipos de medición:

- Calibradores de presión:
- Indicadores de labrado.
- Pirómetro.
- Sistema Telemetría del equipo.
- Equipo de diagnóstico TPMS (Tire Pressure Monitore Sistem)- Software Estadístico.

6.1.2 Metodología.

Tabla de metodología.

Objetivo General: Evaluar la efectividad por medio del aumento de la disponibilidad de la flota de transportes, implementando un sistema de TMPS o monitoreo de presión y temperatura de ruedas en una flota de vehículos de carga que permita maximizar la vida útil de los neumáticos de dichos vehículos con el fin de optimizar costos, mejorar el sistema de control de activos y contribuir al medio ambiente.	Objetivo Especifico 1
	1. Identificar los factores que influyen en el desgaste anormal y prematuro de los neumáticos en un vehículo de carga y disminuyen la disponibilidad.
	Los factores de desgastes se identificarán con la información suministrada por: <ol style="list-style-type: none"> 1. El área de Mantenimiento de la empresa, con esta información detallada de las paradas no programadas e identificando lugares y fechas de daños. 2 la información suministrada por el proveedor de llantas con el estudio de de averías.
	Objetivo Especifico 2
	2. Determinar los costos que genera remplazar prematuramente los neumáticos de un vehículo de carga.
	Para el desarrollo del objetivo N° 2, se tendrán en cuenta las llantas que no pasaron los niveles rentabilidad reportado por el proveedor de llantas, de esta manera podemos cuantificar las cantidades de llantas y su respectivo valor.
	Objetivo Especifico 3
3. Demostrar que los sistemas TPMS permiten optimizar la vida útil de las llantas, especialmente en un vehículo de carga mediante el monitoreo constante de la presión y la temperatura de cada uno de estos elementos.	
Para el desarrollo de este objetivo 3 se desea demostrar que por medio de la implementación de un sistema TPMS se puede aumentar la durabilidad de las llantas, monitoreando constantemente su presión y temperatura, alertando oportunamente a los operadores y torre de control para tomar acciones preventivas y no correctivas.	

6.1.3 Recolección de la información

Se realiza la recolección de información validando las hojas de vida de los vehículos que hacen parte de la flota de la compañía, así mismo como de los tráileres que en conjunto trabajan con el vehículo de carga, en este se evidencia que la presión es un factor que pasa desapercibido al momento de realizar las inspecciones de las llantas.

Se valida la información de los informes de mantenimiento previamente realizados, se realizan encuestas a los operadores de los vehículos para conocer acerca del comportamiento de las llantas en ruta.

Adicional a esto se valida la información de los proveedores y distribuidores de llantas en Colombia para obtener información técnica acerca de la construcción, índices de velocidad, índices de carga, y presiones recomendadas.

Se valida con los proveedores actuales de los sistemas de tpms afeter market que se encuentran hoy en Colombia para validar las características de operación de este tipo de sistemas en los vehículos de carga.

6.2 Análisis de la información.

Verificación de los historiales de mantenimiento e inspección ejecutadas del vehículo SQW418 con su respectivo Tráiler r34543. Se inspeccionan 22 llantas en el conjunto del cabezote/tráiler revisando específicamente el labrado de cada una de ellas, identificando el deterioro 4 el cual es el equivalente al 18% del total de sus llantas, evidenciando que el labrado de estas está por debajo o en el indicador máximo permisible antes del cambio, y el 50 % de sus llantas se encuentran en prevención o en un margen aun permisible, los neumáticos restantes se encuentran en óptimas condiciones.

También se identifica que en el cambio de las llantas se encuentran las bandas de rodamiento picadas por lo que se concluye su mala aplicación.

Respecto del historial del año inmediatamente anterior comprendiendo el periodo de mayo del 2021 a abril del 2022, identificado 32 ingresos al área de mantenimiento a nivel nacional encontrando que el 68 % de sus ingresos son correctivos, un 9.3 % mantenimientos preventivos, un 21% por otros ingresos y un 34% de los ingresos fueron relacionados por afectaciones en las llantas, allí se evidencian pinchazos, desgastes irregulares, llantas estalladas y deformaciones en las mismas.

Suma de PROFUNDIDAD MINIMA	EJES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total general
Etiquetas de fila														
☐ CABEZOTE														
SQW418		5	3	19	17	15	17	20	18	14	16			144
☐ TRAILER														
R34543		4	3	14	14	14	13	14	14	10	9	11	12	132
Total general		9	6	33	31	29	30	34	32	24	25	11	12	276

Tabla indicadora de profundidades seguimiento en el vehículo. Hoja de vida indicadores de mantenimiento, realización propia.

Placa	ene-22			feb-22			mar-22			abr-22		
	Días operación	Días Taller	Días operativos	Días operación	Días Taller	Días operativos	Días operación	Días Taller	Días operativos	Días operación	Días Taller	Días operativos
SQW418	24	18	13	24	3	25	24	5	25	24	3	28
Total	24	2	29	24	2	26	24	3	27	24	2	18

Tabla Indicadores de ingresos a mantenimiento. Hoja de vida del vehículo primeros meses del año. realización propia.

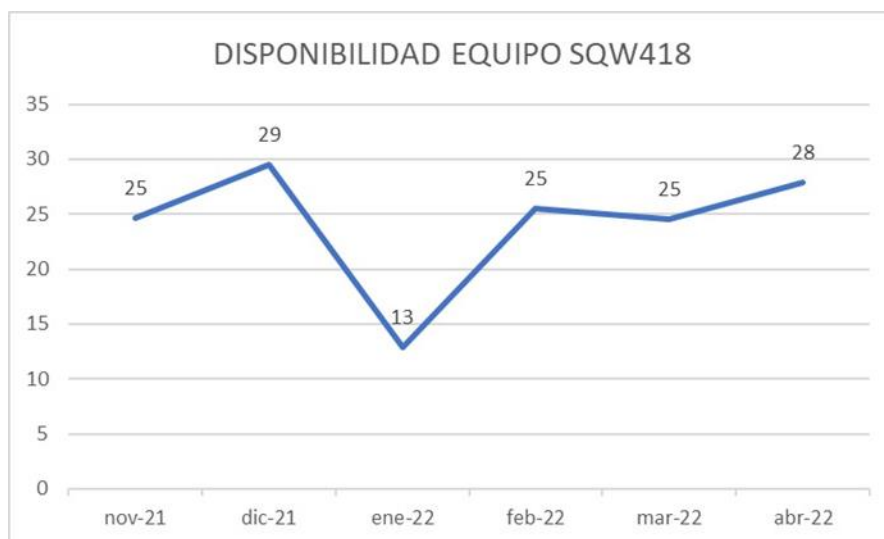


Figura 11 Promedio de disponibilidad del vehículo en los últimos 6 meses. Realización propia.

En la información suministrada por cada una de las áreas se analiza lo siguiente:

- Área de mantenimiento.
 - Formato de preoperacional: no se diligencia correctamente en cada ruta, se identifica que el formato no es claro y tampoco tiene los campo para cada una de las ruedas.

CHASIS Y RUEDAS		
Largueros de chasis y travesaños (Ajuste, tornillería, fisuras, grietas, etc.)	R	
Verificar fugas de sellos de ruedas	R	
Verificar nivel de aceite en cubos de ruedas	R	
Guardafangos	R	
Gancho de Remolque	R	
Quinta Rueda	R	
tuercas de ruedas	R	
Presión de aire en ruedas	R	
Estado de llantas	R	
Llanta y Rin de Repuesto	R	

Tabla análisis de información de estado y presión de ruedas, Dep de mantenimiento. Realización propia

- **Análisis de información:** La poca información registrada por el operador no es debidamente analizada por el área de mantenimiento para tomar las respectivas decisiones de mantenimiento.
- **Rutinas de mantenimiento:** no se tiene el temario ni las actividades adecuadas para la revisión necesaria del rugro de llantas (Medidas de profundidades ni presiones).
- **Ordenes de Trabajo:** En las ordenes de trabajo no se cuenta con el histórico de las actividades realizadas.
- **Marcación de llanta:** En la revisión de las llantas del equipo no se encuentra ningún tipo de marcación para garantizar la trazabilidad e histórico de cada una.
- **Área de operaciones:**
 - **Formato preoperacional:** No se exige al operador el diligenciamiento de este documento para iniciar la operación en cada viaje.
 - **Operación del equipo:** No se establecen indicadores al operador con los óptimos hábitos de conducción como los son frenadas, aceleraciones y giros bruscos que impactan en la vida útil de la llanta.
 - **Puestos de Control:** La empresa no cuenta con puestos de control en carretera para validar el estado de la mercancía y componentes críticos en el equipo como son la temperatura de llantas y frenos.

- Capacitaciones: Se encuentra que se realizan sensibilización a los operadores de los equipos, pero no en partes técnicas ni personal certificado para garantizar la óptima transmisión de información.
- Disponibilidad de tiempo: No se da la disponibilidad de tiempo necesaria para realizar el mantenimiento completo por tiempos de operación.



Figura 12 Promedio de disponibilidad por día del vehículo en los últimos 6 meses. Realización propia.

6.3 Propuesta de solución:

Se plantea la implementación de nuevas tecnologías 4.0 para mejorar el proceso de gestión de activos de la compañía, optimizando la vida útil de los elementos importantes que inciden en la operación de los vehículos de carga como lo son los neumáticos, además de ahorrar costos en el remplazo de estos elementos y contribuir al medio ambiente maximizando la vida útil de dichos activos y ahorro sustancial de combustible. Esto se llevará a cabo con una propuesta de implementación de un sistema de monitoreo de presión y temperatura de ruedas capaz de comunicarse con el sistema de geolocalización del vehículo para poder monitorear la presión de las ruedas desde la central de mantenimiento de la compañía, en donde se pueda generar una alerta temprana y comunicar al operador del vehículo que presenta anomalías en una o más ruedas del vehículo.

7 Impactos esperados y alcanzados.

Actualmente en el territorio nacional en una flota de carga de Medellín que por razones de confidencialidad no se puede dar el nombre, se encuentra implementado un sistema TPMS en 5 de los cabezotes de carga, están instalados hace de 1 año, disminuyendo tiempos de paradas no esperadas en un 15% relacionadas con el rubro de llantas, disminución en accidentes relacionados con llantas un 5%, rupturas en llantas por detección anticipadas 8%. Fuente de información Lap Technology.

Con la implementación de este sistema esperamos tener los siguientes resultados en el vehículo de prueba:

1. Aumento en rendimiento de combustible en un 1.5%.
2. Disminuir el daño de daños prematuramente en un 15%.
3. Aumentar el nivel de reencauchabilidad en un 20%.
4. Disminuir ingresos a taller no programados en un 15%.
5. Implementar monitoreo 7/24 en hábitos de conducción y monitoreo de llantas.

8 Análisis financiero.

A continuación, se aterriza los costos de operación por vehículos en consumo de combustible, desgaste del neumático en condiciones normales y en condiciones anormales, para evidenciar la factibilidad de la incorporación del dispositivo al modelo de gestión de activos de la compañía.

CONSUMO DE COMBUSTIBLE	
RENDIMIENTO VEHICULO CONDICIONES NORMALES	8,2 Km/Lt
RENDIMIENTO VEHICULO CONDICIONES PSI VARIABLE	6,2 Km/Lt
Equivalencia galón a litros	3,78541
Precio del Galón ACPM	\$ 9.151
precio llantas promedio	\$ 2.153.923
Duración promedio de las llantas de camión en Km	45000 Km

Tabla Consumo de Combustible Hino FC500. Realización propia.

A continuación, veremos la proyección de gastos por vehículo teniendo en cuenta que la flota cuenta con 15 camiones, se realiza la proyección con inicial con 1 vehículo.

PROYECCION DE GASTOS	Datos
Días trabajo año	250 Dia
Cantidad de Vehículos	1
Distancia Recorrido promedio / trayecto por vehículo	400 Km

Tabla Proyección de gastos. Realización propia.

	Costo Trayecto Año	Costo Trayecto
Costo Rendimiento Normal del Neumático a presión recomendada 120 PSI	\$ 342.674.651	\$ 137.070
Costo rendimiento Presión variada	\$ 437.774.556	\$ 175.110
Sobrecosto	\$ 95.099.905	\$ 38.040

Tabla Costos por trayectos en condiciones de presión normal y variada. Realización propia.

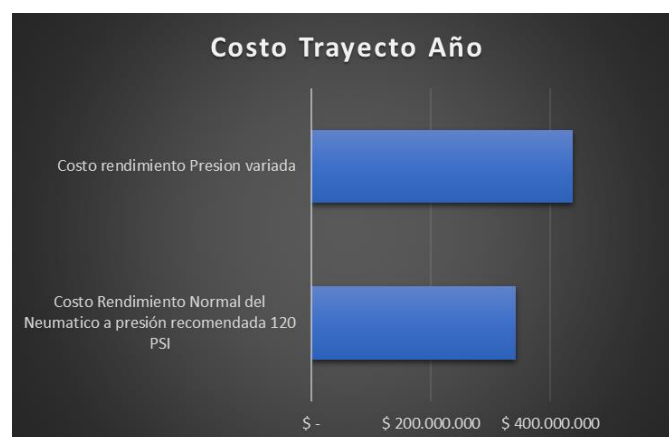


Figura 13. Grafica costo por trayecto anual exceso de combustible Realización propia.

COSTO IMPLEMENTACION TPMS POR VEHICULO	
PRECIO DEL EQUIPO UNIDAD	\$ 2.000.000
PRECIO TOTAL SENSORES VEHICULO X 22 UNIDADES	\$ 4.400.000
MANO DE OBRA/ UNIDAD	\$ 100.000
VIDA UTIL DEL DISPOSITIVO	5 AÑOS
COSTO INICIAL INDIVIDUAL DE LA IMPLEMENTACION	\$ 6.500.000
COSTO TOTAL IMPLEMENTACION POR # VEHICULOS / AÑO	\$ 13.000.000

Tabla Costo de implementación del sistema TPMS. Realización propia.



Figura 14. Grafica sobre costo vs valor de implementación. Realización propia.

A continuación, se establece el precio unitario por cada rueda en la dimensión del vehículo de interés, teniendo en cuenta que el vehículo puede llegar a tener hasta 22 ruedas con el conjunto Cabezote/Tráiler, lo que podemos evidenciar es alto costo de recambio de este tipo de neumáticos y lo que incidiría en un desgaste prematuro recortando la vida útil de este en la operación de cada vehículo.

Precio de una llanta 295/80R22.5 Michelin direccional	Precio de una llanta 295/80R22.5 Michelin tracción	Precio de una llanta 295/80R22.5 Bridgestone direccional	Precio de una llanta 295/80R22.5 Bridgestone tracción
\$ 2.466.535	\$ 2.535.000	\$ 1.641.000	\$ 1.850.000

**Tabla Costos de remplazo de neumático 295/80R22.5 Cotizaciones proveedores
Realización propia.**

La presión de los neumáticos es un factor fundamental en la operación segura y eficiente de cualquier vehículo. Una presión inferior a la correcta puede afectar seriamente el consumo de combustible, generar mayores costos operativos, tener consecuencias de seguridad, causar pinchaduras, accidentes y paradas no planificadas.

En general los neumáticos defectuosos son responsables de casi un tercio de todo el tiempo fuera de servicio de los vehículos comerciales, el sistema de monitoreo de presión de neumáticos verifica constantemente las condiciones en tiempo real, lo que permite al conductor actuar según sea necesario, el sistema usa hardware/software establecidos y probados en carreteras, fue desarrollado en colaboración con fabricantes de vehículos.

Se estima que el costo de implementación de un sistema TPMS para camiones tenga un valor aproximado de \$ 5.000.000 hasta los 10.000.000 de pesos dependiendo de la cantidad de ejes con los que cuenta el vehículo en conjunto con el tráiler.

9. Conclusiones

1. Los sistemas de monitoreo y presión de rueda han tomado gran importancia en los vehículos de carga, no solo por la ayuda en la prevención del desgaste prematuro en los neumáticos, sino también como complemento en los sistemas de seguridad pasiva de los vehículos.
2. Detallando los costos se evidencia la viabilidad del proyecto y lo que representa para la compañía implementar este sistema para complementarlo en su modelo de mantenimiento basado en la confiabilidad.
3. Con la implementación de este sistema podemos obtener un ahorro significativo en combustible, acercándonos a cumplir con el consumo teórico por kilómetro recorrido emitido en la ficha técnica del vehículo la cual suministra el fabricante.
4. El sistema de monitoreo de presión y temperatura de ruedas permitirá al conductor anticiparse a un fallo del neumático, lo que le permitirá tomar una decisión temprana como punto de prevención de un accidente.
5. El sistema de monitoreo de presión en conjunto con el sistema de geolocalización permitirá que el departamento de mantenimiento pueda predecir de una manera más eficaz y emitir un reporte oportuno para el cambio o re encauche de los neumáticos.
6. A través de la información recolectada se puede evidenciar que los sistemas TPMS influyen positivamente en la generación de más gases producidos por los excesos en el gasto de combustibles.
7. Este estudio permitió validar las ventajas que trae consigo el monitorear la presión y temperatura de ruedas en tiempo real.
8. Los indicios en el aumento de seguridad para el operador de vehículo de carga aumentaran, pues dichos equipos cuentan con sistemas de alarma o alerta temprana para detectar variaciones entre el 20 y el 30 % en la cámara de aire de la llanta de cada vehículo, el sistema after market parece una buena opción.

Referencias

Lista de referencias:

SKF Tyre Pressure Monitoring System The Power of Knowledge Engineering. (n.d.).

- De, C., Jorge, I., & Fajardo Merchán, E. (2015). *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA*.
- Colombiano, M. (n.d.). *LA NUEVA GENERACIÓN HA LLEGADO AL*.
- *The SmarTire TM Tire Pressure Monitoring System*. (2009). www.bendix.com,
- Pagina Web <https://www.continental-neumaticos.es/camion-autobus>.
- *Evaluation of the Effectiveness Of TPMS in Proper Tire Pressure Maintenance.* (2012). www.ntis.gov
- *FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA.* (n.d.).
- Cooperativa Macuchi Mediante La Aplicación De Técnicas De Mantenimiento Preventivo, D. la, Ingeniería Electromecánica Proyecto De Investigación, C. E., Damian Arequipa Molina Jefferson Marcelo Orbea García, A., & William Hidalgo Osorio Sc, I. M. (n.d.). *EVALUACIÓN DEL DESGASTE DE NEUMÁTICOS UTILIZADOS EN BUSES UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS.*
- Agustín, J., & Ruiz, L. (n.d.). *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA SAN FRANCISCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Para optar el Título Profesional de: INGENIERO MECÁNICO.*
- Pág. (n.d.). *UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA Documento FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO Código F-AC-DBL-007 A Dependencia DIVISIÓN DE BIBLIOTECA Aprobado SUBDIRECTOR ACADEMICO.*
- *COMTEL-2014-Paper11 tesis.* (n.d.).
- *Sistema de Monitorización de la Presión (TPMS).* (2014).

- Vázquez Poletti, J. L. F. J. J. C. (2021). <https://eprints.ucm.es/id/eprint/66970/>. TPMS (Tire Pressure Monitoring System), RTL 433, Codificación Manchester o Manchester Diferencial, Modulación FSK (Frequency Shift Keying) o ASK (Amplitude Shift Keying), Radiofrecuencia, Telecomunicación, Demodulación y Modulación de Señales.
- De, C., Jorge, I., & Fajardo Merchán, E. (2015). *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA*.
-

