



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE LA GESTIÓN DE UN PROGRAMA  
DE MANTENIMIENTO A LLANTAS DE FLOTAS VEHICULARES  
APLICADOS DESDE CENTROS DE SERVICIO AUTOMOTRICES**

**Edgar Josué Corazón Cos**

Asesorado por el Msc. Ing. Luis Fernando Guillen Fernández

Guatemala, agosto de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE LA GESTIÓN DE UN PROGRAMA  
DE MANTENIMIENTO A LLANTAS DE FLOTAS VEHICULARES  
APLICADOS DESDE CENTROS DE SERVICIO AUTOMOTRICES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**EDGAR JOSÚE CORAZÓN COS**

ASESORADO POR EL MSC. ING. LUIS FERNANDO GUILLEN FERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor García Tobar
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE LA GESTIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO A LLANTAS DE FLOTAS VEHICULARES APLICADOS DESDE CENTROS DE SERVICIO AUTOMOTRICES**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 29 de noviembre de 2013.

A handwritten signature in black ink, enclosed within a circular stamp. The signature is stylized and appears to read 'Edgar Josué Corazón Cos'.

**Edgar Josué Corazón Cos**



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería  
Teléfono 2418-9142 / Ext. 86226



**MOD-MIMPP-0002-2014**

0 0 0 4 2 7

Guatemala, 16 de mayo de 2014.

Director  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Presente.

Estimado Director:

Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Edgar Josué Corazón Cos** con carné número **2005-12237**, quien optó la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la **Maestría de Ingeniería en Mantenimiento**.

Y si habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular, atentamente,

"Id y enseñad a todos"

  
Msc. Ing. Luis Fernando Guillén Fernández  
Ing. Mec. Luis Fernando Guillén  
M.A. INGENIERIA DE MANTENIMIENTO  
COLEGIADO No. 6109

  
Msc. Ing. César Augusto Akú Castillo  
Coordinador de Área  
Gestión y Servicios  
César Akú Castillo MSc.  
INGENIERO INDUSTRIAL  
COLEGIADO No. 4,073

  
Dra. Mayra Virginia Castillo Montes  
Directora Escuela de Estudios de Postgrado  


Cc: archivo  
/db



REF.DIR.EMI.134.014

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación en la modalidad Estudios de Postgrado titulado **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE LA GESTIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO A LLANTAS DE FLOTAS VEHICULARES APLICADOS DESDE CENTROS DE SERVICIO AUTOMOTRICES**, presentado por el estudiante universitario **Edgar Josué Corazón Cos**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
**Ing. César Ernesto Urquizú Rodas**  
**DIRECTOR**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**



Guatemala, julio de 2014.

/mgp

Universidad de San Carlos  
de Guatemala

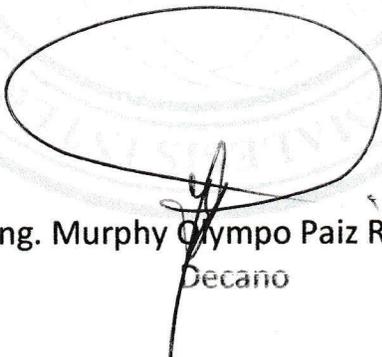


Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 372.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE LA GESTIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO A LLANTAS DE FLOTAS VEHICULARES APLICADOS DESDE CENTROS DE SERVICIO AUTOMOTRICES**, presentado por el estudiante universitario **Edgar Josué Corazón Cos**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 4 de agosto de 2014

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por su inmensa misericordia, por darme la vida, sabiduría y bendición. A él sea toda la gloria.
- Mis padres** José Corazón Tecú y María Inés Cos de Corazón, por su apoyo incondicional, amor, comprensión y por los valores que siempre inculcaron en mi vida.
- Mi hermana** Nancy Corazón, por los momentos compartidos y las palabras para seguir adelante y alcanzar tan anhelada meta.
- Mi familia en general** Todos mis tíos y tías, que fueron parte importante en mi formación como persona y que siempre han estado para apoyarme, en especial a Blanca, Margarita y Odilia Cos.
- Mi hermano** Marco Vinicio Corazón (q.e.p.d.), que siempre está en mi corazón, te extraño en momentos importantes como este.
- Mis abuelos** Simón Cos (q.e.p.d.) y Juana Canel (q.e.p.d.), que siempre me demostraron su amor.

**Mis amigos**

Lisete Vega, Guillermo Agueda, Byron Suárez,  
Norman Salazar, Fernando Chinchilla,  
Francisco Barrios, gracias por todos esos años  
de amistad.

**Glenda Guzmán**

Por su apoyo y paciencia, gracias por formar  
parte de este logro.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Jehová, Jesús y al  
Espíritu Santo**

Por permitirme llegar a esta meta.

**Ing. Guillermo José  
Agueda Barrios**

Por su amistad y apoyo moral en esta etapa profesional.

**Ing. Luis Fernando Guillen  
Fernández**

Por sus consejos, colaboración y valiosa asesoría.

**Facultad de Ingeniería**

Por alimentar nuestra mente y espíritu con la fuerza del saber, en especial la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial.

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por ser mi casa de estudios, en donde tuve la oportunidad de formarme académicamente.

**Fam. Agueda Barrios,  
Suárez De León y  
Guzmán Cardona**

Por abrirme las puertas de su hogar y brindarme su apoyo.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	III
LISTA DE SÍMBOLOS .....	V
GLOSARIO .....	VII
RESUMEN .....	IX
INTRODUCCIÓN .....	XI
1. ANTECEDENTES .....	01
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	05
3. JUSTIFICACIÓN .....	09
4. OBJETIVOS .....	11
5. ALCANCES .....	13
5.1. Limitaciones.....	14
6. MARCO TEÓRICO .....	15
6.1. Conceptos básicos de las llantas .....	15
6.1.1. Tipos de construcción.....	15
6.1.1.1. Zonas específicas.....	15
6.1.1.2. Llanta radial .....	17
6.1.1.3. Llanta convencional (angular).....	18
6.2. Nomenclatura de las llantas .....	19
6.2.1. Sistema numérico .....	20

6.2.2.	Sistema métrico.....	21
6.2.3.	Sistema P- métrico .....	22
6.2.4.	Sistema de flotación .....	22
6.3.	Gestión de un programa de mantenimiento aplicado a las llantas .....	22
6.4.	Definiciones de los tipos de mantenimiento .....	23
6.5.	Revisiones o inspecciones básicas a las llantas y vehículo ....	24
6.6.	Verificación de las llantas.....	27
6.7.	Estudio de semáforo .....	28
7.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	29
8.	METODOLOGÍA .....	33
9.	TÉCNICAS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	37
9.1.	Fase I: investigativa y de muestreo.....	37
9.2.	Fase II: evaluación .....	37
9.3.	Fase III: análisis económico .....	38
10.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	39
11.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO.....	41
11.1.	Factibilidad operativa .....	41
11.2.	Factibilidad técnica.....	41
11.3.	Factibilidad económica.....	42
12.	RESULTADOS ESPERADOS .....	45
13.	BIBLIOGRAFÍA .....	47

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Construcción de tipo radial.....	18
2.	Ejemplo del sistema numérico.....	21
3.	Ejemplo del sistema métrico.....	21
4.	Ilustración de convergencia / divergencia.....	26
5.	Formato electrónico para tabulación de datos (método semáforo de llantas).....	28
6.	Cronograma de actividades.....	39

### TABLAS

I.	Inversión del proyecto .....	43
----	------------------------------	----



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>h</b>	Hora
<b>km</b>	Kilómetro
<b>PSI</b>	Libra por pulgada cuadrada
<b>Plg</b>	Pulgada
<b>Q</b>	Quetzal
<b>AT</b>	Todo terreno
<b>LT</b>	Vehículo liviano



## GLOSARIO

<b>Aro</b>	Objeto circular en el cual va montada o instalada la llanta en el vehículo, existen de varias medidas.
<b>Camber</b>	Ángulo que se forma entre el eje vertical de la llanta y la propia llanta, este ángulo puede ser positivo o negativo dependiendo de la parte superior o inferior de la llanta está dentro o fuera de la carrocería del vehículo.
<b>Capa</b>	Parte de la llanta que da resistencia a la carga. Estas capas regularmente son instaladas en las llantas en número pares, también son conocidas como pliegos.
<b>Caster</b>	Ángulo que se forma entre la suspensión del vehículo y el eje vertical de las llantas, puede ser positivo o negativo dependiendo de la posición del eje de suspensión.
<b>Ceja</b>	Nombre que se le da a la parte más rígida de la llanta, es la sección que tiene contacto con el aro.
<b>Convergencia</b>	Es la unión entre las líneas imaginarias que se forman de ambos ejes transversales de las llantas.

<b>Divergencia</b>	Es la separación entre las líneas imaginarias que se forman de ambos ejes transversales de las llantas.
<b>Escarear</b>	Método que se utiliza para remover material desgastado de la llanta en el proceso de reencauche.
<b>Hoja semáforo</b>	Procedimiento que se utiliza para verificación de profundidades de llantas, el nombre se origina de la utilización de los colores del semáforo, verde, amarillo y rojo.
<b>Profundimetro</b>	Instrumento que se utiliza para medir las profundidades de las llantas regularmente trae dos sistemas de medición el métrico y el sistema internacional.
<b>Reencauchar</b>	Método que se utiliza para renovar la banda de rodamiento de las llantas desgastadas.
<b>Seguro</b>	Dispositivo de los aros convencionales que sujetan la llanta para que esta no salga cuando está montada en el aro.
<b>VOSO</b>	Método de mantenimiento basado en los sentidos, ver, oír, sentir y oler, regularmente es una práctica básica de mantenimiento.

## RESUMEN

El presente diseño de investigación es el resultado de la necesidad de las empresas de transporte por mejorar los controles de gestión de las llantas y reducir los costos de operación y mantenimiento de las flotas vehiculares.

Se tiene como estrategia utilizar centros de servicios automotrices previamente establecidos para la reducción de tiempos de respuesta y tiempos de reparación, ya que el taller contará con procesos ya definidos y algunos se concretarán según sea el caso. Esto ayudará a mejorar el índice de disponibilidad de cada unidad que entre a los centros de servicio, por tal motivo, se ensayará un proceso que proporcionará la gestión integrada, un manejo adecuado de inventario hasta llegar a un óptimo control de recambio y reutilización de llantas utilizando el proceso de reencauche.

Un problema definido es el porcentaje de llantas que se iban a la pila de desecho sin ser aprovechado por medio de una reutilización o reencauche, esto incrementaba significativamente el costo por kilómetro recorrido de cada llanta, pero esto se puede mejorar implementando controles mensuales, que prevengan el daño prematuro de las llantas por desgastes irregulares a consecuencia de la falta de inspecciones mecánicas, rotación de llantas y control de presiones.

El desarrollo de la investigación girará en torno a los conceptos básicos de la llanta, las aplicaciones que se le deben de dar a cada una de ellas según sea la necesidad, tipos de mantenimientos que se pueden aplicar, beneficios, tipos

de controles a implementar y el análisis de cada implementación. Los resultados ayudarán a tomar la decisión que mejorará la gestión de las llantas.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas de mayor importancia en el mantenimiento vehicular, específicamente de una flota, es la administración de las partes reemplazantes como lo son las llantas. El siguiente estudio de investigación está fundamentado sobre el poco control e insuficiente seguimiento al mantenimiento que se les da a las llantas de las flotas vehiculares pertenecientes a los clientes de la empresa Vitatrac S. A. Por tal motivo se ensayará un proceso que proporcionará un mantenimiento integrado, manejo adecuado de inventario hasta llegar a un óptimo control de recambio y reutilización de llantas utilizando el proceso de reencauche.

Un factor que influyó en esta investigación fue el índice de disponibilidad de cada una de las unidades que componen una flota vehicular, pues debido a los múltiples reclamos de parte de los clientes, se verificó que había una frecuencia de llantas estalladas y que el tiempo promedio entre fallas estaba disminuyendo, esto afectaba no solamente los índices de disponibilidad de las unidades sino que también los índices de ventas, ya que cada asistencia realizada en carretera en promedio requería de 3 a 4 horas, lo que restaba productividad a los vendedores.

También es importante mencionar que había que controlar la frecuencia de llantas estalladas, debido a que esto afecta directamente en el costo por kilómetro recorrido del total de llantas, el impacto se vería reflejado en el presupuesto del mantenimiento de la flota.

La aplicación de la gestión del mantenimiento a las llantas desde los centros de servicio automotrices espera obtener como resultado una disminución de llantas desechadas debido al mal desgaste, reutilización de las llantas por medio del proceso de reencauche lo que alargará la vida de cada una de las llantas, aumentar el costo por kilómetro recorrido de cada una, lograr establecer un procedimiento estándar de mantenimiento a las llantas capaz de ser aplicado en cualquier centro de servicio automotriz, lo que ayudará a maximizar el índice de disponibilidad de la unidades vehiculares.

El desarrollo de la investigación girará en torno a los conceptos básicos de la llanta, los cuales se tienen que tener claros debido a medidas que son importantes para el mantenimiento, esto será parte del capítulo I.

Los tipos de mantenimiento que son aplicados a las llantas para alargar la vida útil, incluyendo control de profundidades, rotaciones, proceso de reencauchabilidad, los tipos de falla más frecuentes y los programas de recambio formarán parte del capítulo II.

La metodología que conlleva trabajar en centros de servicio automotriz, toda la logística administrativa y lo relacionado a las órdenes de trabajo serán temas del capítulo III.

En el capítulo IV y V se describirá la integración de los métodos investigados del mantenimiento a las llantas y los análisis de los resultados esperados de la investigación, respectivamente.

## 1. ANTECEDENTES

En términos generales se afirma que el mantenimiento es toda aquella labor de afinar las funciones de los equipos que se utilizan para producir dentro de un proceso determinado. Existen distintos tipos de mantenimiento, y cada empresa aplica la que más le convenga según sea la necesidad. Lo que significa que no hay un tipo de mantenimiento para cada tipo de industria sino que dependerá de la operación de cada una de ellas. Derivado de lo anterior, la integración de los tipos del mantenimiento dará como resultado un plan de mantenimiento satisfactorio, pero alcanzar ese punto es el objetivo de esta investigación, para ello se tendrá que analizar varios factores que son piezas claves para el buen funcionamiento de la operación.

El rendimiento de las llantas en una flota vehicular es uno de los puntos clave para la operación de cualquier empresa dedicada al transporte, de ello dependerán otros factores como por ejemplo, un buen manejo de inventarios y por ende llevar controles para la cantidad de llantas que se utilizan según el cliente a atender:

“Los formatos son diseñados con el afán de establecer controles, que cuantifiquen la existencia, y permita optimizar los recursos, a su vez esto beneficiará con la prestación de un buen servicio a los clientes” (Barrios, 2005, p. 74). De acuerdo a la idea de Barrios, los controles de las llantas no se pueden obviar, pues es parte importante de la aplicación de mantenimiento. Se añade a los controles una demanda constante la cual se definirá y negociará con el cliente producto a consignación y su manejo con procedimientos establecidos para agilizar la prestación del servicio de mantenimiento.

Los métodos para minimizar las fallas son cruciales en cualquier plan de mantenimiento: “El determinar las causas por las cuales las llantas son puestas fuera de servicio es de vital importancia para el operador de la flotilla debido a la sustancial inversión” (The Maintenance Council, 1995, p. 9), para lo cual se creará un método para la reducción de las fallas en los neumáticos debido a las piezas mecánicas en la unidades pertenecientes a la flotilla.

El analizar las fallas para aplicar un tipo de mantenimiento es otro de los aportes que se pueden incluir en esta investigación: “Analizar una metodología rigurosa y auditable cada tipo de fallo o avería de la forma más estricta y profunda, estudiando el modo y forma en que se producen dichos fallos y como estos se traducen en costes y repercusiones.” (González, 2005, p. 82)

Entre los resultados esperados para la investigación está el porcentaje de la reducción de los costos ya que al final es lo que trata un ingeniero de mantenimiento en su departamento: “Los costos en cuanto a la compra de llantas nuevas en exceso hace que se incrementen de manera significativa los costos de operación de una empresa de transporte, por lo que el jefe de departamento o encargado de la bodega y unidades, debe instalar únicamente llantas nuevas en el eje delantero” (Zamora, 2005, p. 141).

En los últimos tiempos la reutilización o reproceso de algunos componentes en las operaciones han tenido un gran impacto sobre el medio ambiente, por tal motivo la investigación contendrá el reproceso que llevan las llantas usadas como se realizó en la investigación llevada en el 2002 por Cantanhede: “Reencauchar es el proceso por medio del cual el mismo armazón es aprovechado por lo menos dos veces. La banda de rodamiento vieja, desgastada, es eliminada mediante el raspado y sobre el armazón se coloca

una banda nueva. Luego de la vulcanización, la llanta reencauchada deberá tener la misma duración que el nuevo.” (Cantanhede, 2002, p. 4)



## 2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Uno de los problemas que inquietan a los clientes corporativos de los centros de servicio Vitatrac S. A., los cuales cuentan con una cantidad significativa de vehículos en su flota, es que hay demasiadas llantas que son desechadas por desgastes irregulares, lo que provoca un costo muy alto en el gasto de mantenimiento, además existen también demasiados paros por la falta de seguimiento al mantenimiento de las llantas, algunas veces los paros son a causa de llantas en mal estado las cuales se revientan, pinchaduras por profundidades fuera de lo recomendado por el fabricante y problemas mecánicos ocasionados igualmente por llantas en mal estado.

Los problemas se dan debido a que los mantenimientos están siendo realizados en predios que no tienen la capacidad adecuada para realizar los trabajos necesarios de mantenimiento. Con estas consideraciones se plantea la pregunta principal:

- ¿Se podrá optimizar el costo/beneficio de las llantas creando una gestión de un programa de mantenimiento y administrando el mantenimiento, desde un centro de servicio automotriz?

Además del principal problema surgen varios cuestionamientos asociados con la gestión de un programa de mantenimiento a las llantas en las flotas vehiculares, una de las primeras será:

- ¿En qué ayudará una estandarización del proceso de mantenimiento a las llantas pertenecientes a flotas vehiculares?

Actualmente no existe una homogeneidad en la distribución de las llantas instaladas, puesto que se instalan llantas reprocesadas por segunda vez con llantas reprocesadas por primera vez, lo que afecta los índices de desgaste de cada una, lo anterior significa que no existe una planeación, programación, supervisión y control de los trabajos realizados a las unidades.

Ahora bien, uno de los retos para cualquier administrador es aplicar los conocimientos técnicos en el área de trabajo, hasta ahora la tabulación de los datos se ha dado de manera empírica, sin llevar registros de lo que se realiza y sin utilizar un método probabilístico para determinar la vida útil de cada llanta según el kilometraje recorrido y la aplicación a la que se somete, de lo anterior se derivan los siguientes cuestionamientos:

- ¿El tener un método para el control de los rendimientos favorece a la disminución del gasto en los recambios por averías en las llantas?
- ¿Qué importante es tener un método para el mantenimiento a las llantas?

No solamente es necesario contar con un método para el chequeo de los rendimientos de las llantas, sino que también es necesario contar con una guía para la inspección de piezas mecánicas que influyen en el rendimiento y que tienen que estar dentro de un mantenimiento constante, ahora bien todos los procesos, métodos y guías que ayudarán a la gestión del mantenimiento son parte vital en cualquier plan de mantenimiento, debido a que formarán parte importante para la optimización de recursos, mejorarán la confiabilidad, la mantenibilidad, hará mejor uso de los materiales a disposición, mejorará el manejo de la información y se tendrá mejores estrategias de mantenimiento.

Vitatrac S. A., actualmente no cuenta con una guía para la inspección de piezas mecánicas, lo que dificulta el diagnóstico de las posibles fallas y

aumenta el tiempo medio de reparación, ahora se tiene la siguiente interrogante:

- ¿Tener una guía para la inspección de piezas mecánicas ayudará a disminuir el tiempo medio de reparación y a encontrar la verdadera causa raíz del problema en las llantas en cualquier circunstancia?

Aspectos como la sostenibilidad ambiental han tenido mucho auge en Guatemala últimamente, uno de los aportes de la investigación es el aprovechamiento de las llantas utilizadas o desgastadas por la operación, ya que tendrá una unidad donde se describirá el proceso del reencauche y sus ventajas económicas, de lo anterior surge la pregunta:

- ¿Qué resultados se tendrán con la reencauchabilidad de las llantas como proceso alternativo de reducción de costos y en qué forma ayudamos al medio ambiente?

La ausencia de una respuesta sustentable ante las anteriores interrogantes fue el motivo por el cual se plantea la propuesta de esta investigación.



### **3. JUSTIFICACIÓN**

Tener un buen mantenimiento para las llantas en una flota vehicular representa todo un desafío, debido a que cada unidad requerirá de un análisis a detalle de la forma en que se desgasta la llanta, con base en lo anterior, se toma la decisión de realizar la siguiente investigación enfocada en la línea de gestión de un programa de mantenimiento industrial, pues se diseñará un plan o programa de mantenimiento capaz de aumentar los tiempos medios entre fallas en las llantas, disminuir los tiempos medios de reparación y aumentar la disponibilidad de las unidades, en un centro de servicio automotriz.

La línea de este estudio se basa en la gestión propiamente dicha del mantenimiento, debido a que en Vitatrac, S. A., el cuidado se ha aplicado sin planificación, únicamente se ha dedicado a reparar cuando el problema ya está dado, y no sigue el procedimiento que conlleva la gestión como lo es preservar, mantener, mejorar e innovar en el campo del mantenimiento.

Analizar las llantas que presentan cierto desgaste y que están dentro de un parámetro que indica un cambio próximo, el poseer un mantenimiento proactivo es uno de los objetivos de esta investigación ya que se tienen probabilidades altas en la situación actual de que las llantas sufran algún tipo de avería mientras están en operación, lo que conlleva a que el equipo deje de ser confiable y entre en una disponibilidad baja. Además, los controles implementados hasta la fecha han demostrado que no se cumple con el 100 % del mantenimiento a las llantas, porque existen factores externos que influyen en la mantenibilidad de los vehículos.

La importancia del presente estudio será tener una buena gestión desde un lugar concéntrico estandarizando procesos, analizando fallas utilizando indicadores estadísticos para un mejor control en la gestión del mantenimiento, integrando los diferentes tipos de mantenimiento como por ejemplo, mantenimiento predictivo, correctivo y el basado en condiciones, entre otros. Realizando planeaciones semanales, mensuales y anuales, supervisando las actividades y controlándolas.

El fin primordial será la reducción de costos como: el de obtener un buen inventario de llantas a utilizar, mejor control de insumos a utilizar mediante las órdenes de trabajo y la reutilización de llantas desgastadas llevando a cabo el proceso de reencauche.

## **4. OBJETIVOS**

### **General**

Crear una gestión de un programa de mantenimiento a las llantas utilizadas en flotas vehiculares desde un centro de servicio automotriz para optimizar recursos y alargar la vida útil de cada llanta, optimizando así el costo/beneficio.

### **Específicos**

1. Estandarizar el mantenimiento a las llantas de las flotas vehiculares, para que sea capaz de ser aplicado en cualquier centro de servicio automotriz, para mejorar rendimientos.
2. Describir el método para el control de rendimiento de las llantas y la importancia para la disminución del costo por kilómetro recorrido.
3. Diseñar una guía para inspección de piezas mecánicas que afecten la vida útil de las llantas.
4. Describir el proceso y las ventajas de la reencauchabilidad como proceso alternativo para la reducción de costos.



## 5. ALCANCES

Los alcances del presente estudio serán para la prestación de un mejor servicio de mantenimiento a los clientes de Vitatrac S. A., el cual se llevará a cabo a partir de febrero hasta agosto del 2014.

Los centros de servicio de Vitatrac, S. A., cuentan con un equipo de trabajo dedicado al mantenimiento general de las unidades móviles de varios clientes corporativos, el estudio se enfocará directamente a la gestión que se le debe dar al mantenimiento de las llantas. Dentro de los alcances esperados se tendrán:

- La gestión de un programa mantenimiento a las llantas de flotas vehiculares en centros de servicio automotriz, esperando reducción de costos al estandarizar el proceso.
- Integración de métodos que ayuden a controlar y supervisar los rendimientos de los neumáticos, de acuerdo a las posiciones de instalación, que a su vez ayuden al procedimiento para los desechos y reutilización de llantas desgastadas por medio del proceso de reencauche con el propósito de optimizar el mantenimiento.
- Mejorar los rendimientos de las llantas por medio de una buena gestión, lo que conllevará a la disminución en el costo por kilómetro recorrido, esto podrá demostrarse comparando los registros antiguos y las mediciones que se practicarán durante el desarrollo de esta investigación.

- Desarrollo de nuevas metodologías para la eliminación de los desechos como una ayuda en la conservación del medio ambiente, haciendo eficiente todo el proceso de vida útil de las llantas.

El estudio se clasificará como explicativo descriptivo, ya que se describirán y analizarán los métodos más adecuados y la gestión de los recursos involucrados en el mantenimiento a las llantas de flotas vehiculares.

## **5.1 Limitaciones**

Las limitaciones al realizar el presente estudio serán las siguientes:

- La coordinación del Departamento de Ventas del cliente para movilizar las unidades a los centros de servicio automotrices para la toma de información.
- Los horarios para la toma de datos generalmente será en los turnos nocturnos y en condiciones de poca visibilidad, esto puede afectar en algún momento la toma de los datos, lo que provocará cierta incerteza, la cual se tomará en cuenta para los cálculos pertinentes.

## **6. MARCO TEÓRICO**

### **6.1. Conceptos básicos de las llantas**

Definición: la función principal de las llantas en un vehículo automotor es el evitar que haya rozamiento directo entre el vehículo y la superficie. La llanta es una estructura compuesta principalmente por 4 elementos principales, hule, fibras, aditivos químicos e hilos de acero, que sirven como contenedor de aire que es el que soporta la carga. “Denominamos llanta a la banda elástica que aloja el colchón de aire. También se le conoce como neumático este nombre proveniente de la parte de la física que estudia los fenómenos relacionados con los elementos en estado gaseoso.” (Pérez, 2011, p. 115)

#### **6.1.1. Tipos de construcción**

Existen principalmente 2 tipos de construcción para las llantas que son utilizadas en camiones y vehículos livianos, el radial y el convencional o angular, pero es necesario antes de definir cada uno de estos tipos de construcción, las partes que componen una llanta.

##### **6.1.1.1. Zonas específicas**

La llanta tiene diferentes partes las cuales son importantes mencionarlas para poder interpretar más adelante la nomenclatura, además servirá para poder definir los tipos de construcción. A continuación se mostrarán dichas partes:

- “Banda de rodamiento: es la parte de la llanta que entra en contacto directo con la superficie del suelo, provee tracción y frenado, tiene que ser lo suficientemente resistente a la abrasión y fricción. El diseño de llanta va en esta parte y dependiendo del mismo se empleará para la aplicación óptima. La banda de rodamiento puede estar constituida por, bloques, ranuras, estrías y hombros.
  - Bloques: diseñados especialmente para generar tracción y frenado.
  - Ranuras: están diseñadas para evitar deslizamientos laterales, filtran el agua y residuos del camino, dependen del diseño para evitar la generación de ruidos al estar en operación.
  - Estrías: diseñados para minimizar el desgaste irregular y minimizar la temperatura a la banda de rodamiento.
  - Hombros: parte externa de la banda de rodamiento, la función principal es lograr un perfecto asentamiento de la banda de rodamiento con la superficie.
- Costado: parte de la llanta capaz de resistir la flexión y por ende proporciona confort al vehículo, resiste los rozamientos y agresiones del medio ambiente, como lo pueden ser la humedad y la temperatura.
- Cuerpo de cuerdas o carcaza: parte de la llanta que soporta gran parte de la carga del vehículo, tiene que ser capaz de resistir la presión del aire o fluido que se le ingrese a su interior. Dependiendo de esta parte podremos diferenciar el tipo de construcción de la llanta ya sea radial o convencional.

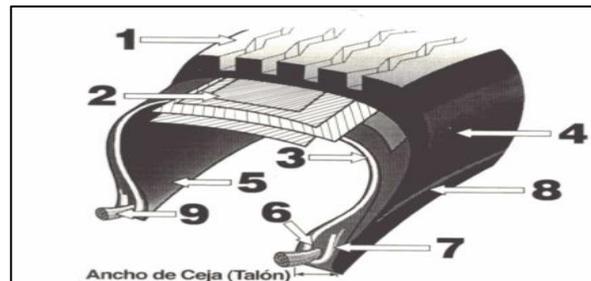
- Ceja o pestaña: es la zona con mayor fortaleza de toda la llanta, esta parte siempre será construida de alambres de acero, es la parte que mantiene unida la llanta al vehículo a través del aro” (Firestone, 2012, p. 4).

#### **6.1.1.2. Llanta radial**

Este tipo de construcción de llanta tiene las cuerdas que componen la carcasa en una dirección orientadas a 90° de ceja a ceja (radio a radio). Además, cuenta con varias capas de acero debajo de la banda de rodamiento denominadas cinturones estabilizadores, como su nombre lo indica estos cinturones realizan la función de acentuar de una manera regular la huella que deja la llanta en su operación.

“En las llantas radiales las capas de tejido no se cruzan en ángulo. La capa se coloca de ceja a ceja, cruzando la llanta. Como la llanta de capas convencional con cinturón, la radial también tiene un cierto número de cinturones. Lo que el diseño radial significa es que las paredes se flexionan con menos fricción. Esto requiere de menos caballaje y proporciona una mayor economía de combustible” (Byrnes, 2011, p. 131).

Figura 1. **Construcción de tipo radial**



Fuente: recopilación de datos de fabricantes de neumáticos, 1995.

Como se muestra en la figura 1 la llanta de tipo radial está compuesta por varias partes las cuales se describen a continuación:

- Banda de rodamiento
- Cinturones estabilizadores
- Carcasa tipo radial
- Costado o pared
- Hule sellante
- Hule relleno
- Punto de amarre tipo refuerzo
- Ribete
- Aro de acero

### 6.1.1.3. **Llanta convencional (angular)**

Este tipo de llanta se construye interponiendo cuerdas formando ángulos diagonales, de ahí el nombre de llanta angular. El sentido de desplazamiento

de las cuerdas es de tipo inverso esto significa que las capas impares van en el mismo sentido y las capas pares van en sentido contrario.

Este tipo de llanta es más rígida que la de tipo radial debido a que el espesor en los costados será la misma que en la parte donde se ubica la banda de rodamiento. Otra definición dada por Zamora (2005, p.4), “Es la que el casco está compuesto por capas de lonas que van de ceja a ceja, en sentido diagonal, cada capa cruzándose una encima de la otra, y en su mayoría formadas por capas de rayón o nylon. Unos de los principales beneficios de este tipo, es que son resistentes a los cortes y penetraciones, además de un alto porcentaje de reencauchabilidad y es más económica. Para su armado es necesario contar con un tubo, protector, aro y seguro.”

Las ventajas de este tipo de llanta es tiene más resistencia a los impactos en los costados debido al espesor, además la inversión inicial será menor que una radial.

## **6.2. Nomenclatura de las llantas**

Es importante definir cada una de las dimensiones de las llantas para poder entender la nomenclatura de las llantas, debido a que existen cuatro clasificaciones, entre las principales están:

- “Ancho de banda de rodamiento: esta dimensión está dada por la longitud que se mide de hombro a hombro de la llanta, prácticamente es el ancho de la huella.
- Altura de sección: parte que va desde la banda de rodamiento hasta la parte inferior de la ceja, donde la ceja asienta con el aro.

- Ancho de sección: distancia entre las partes laterales de la llanta o costados.
- Ancho de aro: distancia total entre las partes exteriores del asiento de la ceja. Es importante mencionar que tiene que ser proporcional al ancho de la banda de rodamiento debido a que si es superior o inferior la llanta sufre deformación en la parte de la ceja.
- Diámetro del aro: regularmente estará dado en pulgadas.
- Diámetro total: distancia entre bandas de rodamiento, inferior y superior esta variara dependiendo de la carga y de la presión de inflado de la llanta.
- Radio estático bajo carga: distancia medida entre el eje transversal y la parte de la banda de rodamiento. Esta puede ser variable” (Pérez, 2011, p.129).

### **6.2.1. Sistema numérico**

Este sistema es el más antiguo de los cuatro, es utilizado para describir las llantas de construcción convencional o angular, pero no es exclusivo debido a que también se puede encontrar en llantas de construcción radial. Hay tres elementos característicos en la escritura de este sistema, el ancho de sección, guio o la letra R y el diámetro del aro. En la figura 2 se presenta un ejemplo.

Figura 2. **Ejemplo del sistema numérico**



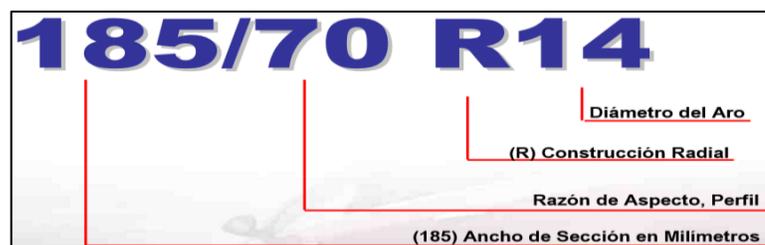
Fuente: catálogo de productos Firestone, 2012.

### 6.2.2. Sistema métrico

Es una modificación del sistema numérico en pulgadas a milímetros como dimensional base. Utiliza el sistema métrico decimal para describir la medida de la llanta, se utiliza generalmente para las llantas de construcción radial.

Tiene tres elementos fundamentales, el ancho de sección dado en milímetros, razón de aspecto, que es la proporción del ancho de sección y la letra R, para describir el tipo de construcción y el diámetro del aro.

Figura 3. **Ejemplo del sistema métrico**



Fuente: catálogo de productos Firestone, 2012.

### **6.2.3. Sistema P- métrico**

Este sistema es el más utilizado por los fabricantes de llantas domésticos o norteamericanos, recurre a los mismos elementos que el sistema métrico con la única diferencia que agrega información relativa al tipo de vehículo en que la llanta deberá ser utilizada, la letra “P” para vehículos livianos y las letras “LT” para los vehículos que soportarán carga liviana.

### **6.2.4. Sistema de flotación**

Es utilizado generalmente para describir llantas utilizadas para vehículos de doble tracción y similares, aporta información que incluye el diámetro total de la llanta, ancho de sección y el diámetro del aro, los tres elementos en pulgadas.

## **6.3. Gestión del mantenimiento aplicado a las llantas**

Para una buena gestión y mantenimiento de una flota vehicular hay que contar con la definición de dos palabras importantes: administración y mantenimiento.

- Administración

Es el hecho de planificar, organizar, direccionar y controlar los recursos de cualquier institución. Ahora bien, Duffua (2000, p. 40) mencionaba lo siguiente “Los gerentes/ingenieros de mantenimiento por lo común no están totalmente conscientes de la importancia de mejorar la calidad de la producción del mantenimiento. La clave para una administración orientada a la calidad se

encuentra, en primer lugar, en la conciencia de la necesidad de mejorar y, en segundo lugar, en seleccionar la técnicas apropiadas para la mejora.”

- **Mantenimiento**

Según Guerra (2003, p.39), "En el mantenimiento existen dos objetivos fundamentales, el primero y de mayor importancia es: conservar el servicio que prestan los equipos, máquinas o instalaciones. El segundo objetivo, es la conservación y cuidado de los elementos mismos que constituyen a estos."

#### **6.4. Definiciones de los tipos de mantenimiento**

- **Mantenimiento**

En sentido de operación se define mantenimiento como el proceso por el cual alguna maquina o mecanismo sufre una conservación de su estado inicial, previniendo o aminorando fallas o rupturas, pero también se puede definir, como "La serie de métodos, técnicas, procedimientos, tareas y/o trabajos desarrollados o realizados por el hombre en alguna máquina o estructura, de manera periódica y/o constante, con el objetivo de restaurar o conservar el funcionamiento de la maquinaria y esta siga prestando el servicio para la que fue diseñada." (Kloth, 2006, p. 1)

- **Mantenimiento correctivo**

Este tipo de mantenimiento ocurre cuando se presenta una falla o una avería que paraliza la operación, este tipo de mantenimiento se divide mantenimiento correctivo no planificado y planificado.

- Mantenimiento preventivo

En el caso específico de las llantas lo que se trata en este tipo de mantenimiento es que la llanta no sufra un desgaste prematuro, o que sus condiciones iniciales permanezcan el mayor tiempo posible, esto solo se podrá realizar si se practica un monitorio constante a lo que se le llamará mantenimiento preventivo, pero también se puede definir como “Una serie de tareas planeadas previamente, que se llevan a cabo para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de las funciones para las que fue creado un activo.” (Duffuaa, 2000, p. 77)

- Mantenimiento predictivo

Este tipo de mantenimiento trata de predecir la falla o avería antes que ocurra, trata de minimizar los demás tipos de mantenimientos y así optimizar costos.

## **6.5. Revisiones o inspecciones básicas a las llantas y vehículo**

Las inspecciones de funcionamiento, ajustes, reparaciones, limpieza, lubricación entre otros deben llevarse a cabo en forma periódica mediante un plan establecido dependiendo de la necesidad del cliente, entre las revisiones periódicas que deben realizarse a los vehículos para un buen mantenimiento a las llantas están:

- Alineación del eje delantero

Se lleva a cabo por medio de un equipo de medición denominado alineadora cual será la encargada de verificar 3 aspectos que pueden hacer que

el desgaste de las llantas sea prematuro, la divergencia o convergencia, adelanto o atraso de la llanta y la inclinación de las llantas (camber).

Estas medidas pueden variar si hay alguna falla mecánica en el tren delantero o en el trasero. “Cuando se alinea el sistema de dirección, pone los componentes a los ángulos correctos para mantener el balance del mecanismo. El mantener el sistema de dirección alineado es esencial para la operación adecuada y segura para un camión de carga” (Bymes, 2012, p.119).

- La divergencia y convergencia de las llantas delanteras

Esta revisión se puede realizar por medio de una alineadora o por medio visual, verificando si hay desgastes en los laterales de las llantas. Para ser precisos en la medición se recomienda que se realice por medio de una alineadora que indicará por medio de grados cual es la desviación que tiene la llanta desde un eje imaginario transversal, esta medición tiene una toleración en la desviación y si la medida está fuera de este rango habrá que realizar una inspección más rigurosa. Se detallan estos conceptos a continuación.

- Convergencia

Se denomina convergencia al cierre de las ruedas en su parte delantera. La especificación de los valores de la convergencia lleva en consideración la resistencia a la rodadura de las ruedas. La abertura, en la parte delantera, ocurre en función de la flexibilidad de las piezas, que reaccionan al esfuerzo de la rodadura de las ruedas.

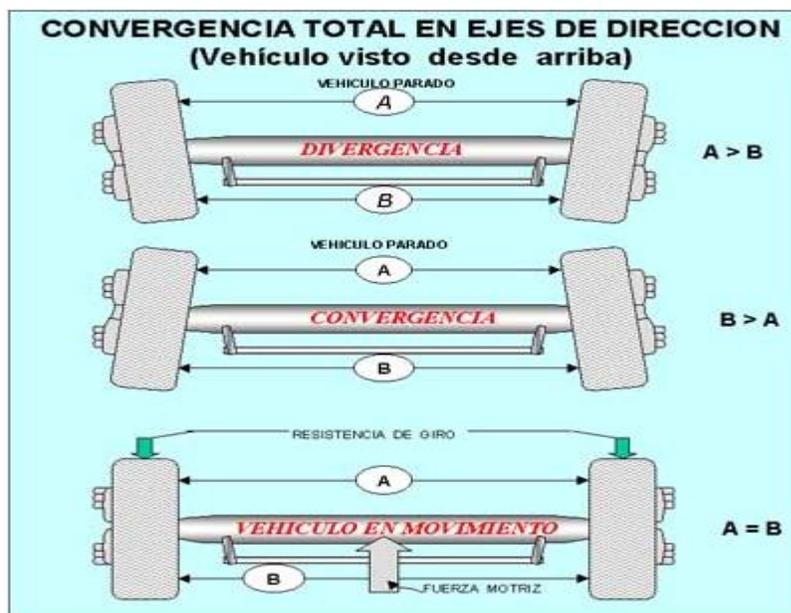
- Convergencia ( $a < b$ )

Es el ajuste de las ruedas del eje direccional para que queden un poco más cerradas en la parte delantera que en la trasera. Ese ajuste se efectúa para que cuando el vehículo esté en marcha, las ruedas queden paralelas.

- Divergencia ( $a > b$ )

Es la condición opuesta a la convergencia. En este caso, las ruedas están más abiertas en la parte delantera que en la trasera. (Eagle Tyre, Informe Técnico de Llantas para Camiones). En la figura 5 se pueden observar cada uno de los conceptos descritos anteriormente.

Figura 4. Ilustración de convergencia / divergencia



Fuente: Eagle Tyre, Informe Técnico de Llantas para Camiones.

- Adelanto y atraso de las llantas: se refiere al atraso o adelanto que puede tener una llanta desde un punto de referencia teniendo un eje axial imaginario de referencia, afecta los radios de giro del vehículo, lo que provoca inestabilidad en los virajes.
- Inclinación de las llantas (camber): se refiere a la posición de la parte superior e inferior de la rueda. Cuando existe camber cero significa que tanto la parte superior como la inferior se encuentran sobre el mismo eje longitudinal. El camber puede ser positivo o negativo.

En ciertas ocasiones es necesario únicamente realizar una hoja de verificación o un VOSO, para predecir alguna falla, con algo tan pequeño podemos cambiar la cultura de los técnicos y a implementar un mantenimiento autónomo, “Hay que elaborar procedimientos de trabajo, que irán incorporándose a las actividades de mantenimiento de primer nivel en sus rutinas habituales, hay que poner en marcha ya el área prototipo y, tras un pequeño tiempo razonable, revisar la eficiencia de las medidas por parte del equipo de mejora continua, haciendo mediciones, efectuando correcciones, analizando las quejas de los propios usuarios por si ha habido algún olvido o error, etc.” (González, 2005, p. 114)

## **6.6 Verificación de las llantas**

En el caso de las llantas es necesario poner atención al tipo de desgaste que presenta, dependiendo de la falla se puede realizar un diagnóstico para que se realice un mantenimiento correctivo o el preventivo. La toma de datos se realiza generalmente mensualmente para que se puedan analizar los datos y ajustar algún cambio.

## 6.7. Estudio de semáforo

Este consiste en realizar un análisis rápido de las profundidades de las estrías o ranuras con el fin de detectar neumáticos lisos que ponen en riesgo la seguridad de los pilotos que operan la unidades correspondientes a cualquier flota vehicular, así como los aptos para ser renovados con la propósito de retirarlos a tiempo e incluso hacer una planeación en la compra de las llantas. Un ejemplo de esto se puede apreciar en la figura 5.

Figura 5. **Formato electrónico para tabulación de datos (método semáforo de llantas)**

INSPECCION DE LLANTAS																			
Empresa:										Realizó:					Fecha:				
Tipo de vehículo										No. de ejes					No. de ruedas				
Distribución vehicular				No. de unidad		No. de unidad		No. de unidad		No. de unidad		No. de unidad		No. de unidad		No. de unidad		No. de unidad	
1		2		1		2													
3	4	5	6	5	7														
7	8	9	10																
11	12	13	14	5	3														
15	16	17	18																
19	20	21	22																
No. de unidad		No. de unidad		No. de unidad		No. de unidad		No. de unidad		No. de unidad		No. de unidad		No. de unidad		No. de unidad		No. de unidad	

Fuente: elaboración propia.

## 7. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE  
PREGUNTAS ORIENTADORAS

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

### 1. CONCEPTOS BÁSICOS

1.1. Definición y funciones de la llanta

1.2. Tipos de construcción

1.2.1. Zonas específicas

1.2.1.1. Definición de las partes de las llantas

1.2.2. Llanta radial

1.2.3. Llanta convencional

1.3. Tipos de labores

1.4. Propiedades de las llantas

1.4.1. Nomenclatura de las llantas

1.4.1.1. Principales dimensiones

1.4.1.2. Sistema numérico

1.4.1.3. Sistema métrico

1.4.1.4. Sistema P- métrico

1.4.1.5. Sistema de flotación

- 1.4.2. Índice de velocidad
  - 1.4.3. Índice de carga
  - 1.4.4. Número de serie
  - 1.4.5. Grados de calidad uniforme (UTQG)
  - 1.5. Definición de reencauche
  - 1.6. Definición de casco
2. PRINCIPIOS Y MÉTODOS DE MANTENIMIENTO ENFOCADO AL ÁREA DE LLANTAS
- 2.1. Tipos de mantenimiento
    - 2.1.1. Mantenimiento preventivo aplicado a las llantas
    - 2.1.2. Mantenimiento correctivo aplicado a las llantas
  - 2.2. Tipos de fallas en las llantas
  - 2.3. Planeación de mantenimiento
  - 2.4. Programación de recambios
  - 2.5. Manejo de inventarios para los recambios
  - 2.6. Control de profundidades
  - 2.7. Asignación de números de identificación a las llantas
  - 2.8. Método de medición de rendimientos y comparativos entre marcas
  - 2.9. Proceso de reencauchabilidad
    - 2.9.1. Definición de reencauche
    - 2.9.2. Flujograma de operación en planta reencauchadora
  - 2.10. Fallas frecuentes en llantas reencauchables
  - 2.11. Aceptación o rechazo de cascos
    - 2.11.1. Proceso de aceptación o rechazo de cascos
    - 2.11.2. Criterios de aceptación
    - 2.11.3. Tipos de fallas en cascos
  - 2.12. Pilas de desecho

### 3. METODOLOGÍA DE TRABAJO EN CENTROS DE SERVICIO AUTOMOTRIZ

- 3.1. Descripción de áreas de trabajo
- 3.2. Descripción de equipo para mantenimiento a vehículo y llantas
- 3.3. Flujograma del proceso de trabajos realizados
- 3.4. Órdenes de trabajo
  - 3.4.1. Tipos de órdenes de trabajo
    - 3.4.1.1. Orden de trabajo correctivo
    - 3.4.1.2. Orden de trabajo preventivo
    - 3.4.1.3. Orden de trabajo emergente
- 3.5. Control de herramientas
- 3.6. Controles básicos a vehículos que afectan el rendimiento de las llantas
  - 3.6.1. Proceso para inspección de fallas mecánicas

### 4. GESTIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO INTEGRADO

- 4.1. Procesos de gestión de un programa de mantenimiento
- 4.2. Control de llantas nuevas
- 4.3. Control de llantas reencauchadas
- 4.4. Control de rotación de llantas por número de identificación
- 4.5. Propuesta para control de presiones
- 4.6. Nuevas tecnologías para el mantenimiento de las llantas
- 4.7. Calidad de servicios
- 4.8. Obtención de datos
- 4.9. Validación y tolerancia
- 4.10. Presentación de datos

## 5. ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES DE LA GESTIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTOS

- 5.1. Análisis de datos para toma de decisiones
  - 5.1.1. Comparación de datos obtenidos mediante métodos estadísticos y situación inicial
  - 5.1.2. Interpretación de gráficas y tablas de datos
- 5.2. Acciones a implementar

ANÁLISIS DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

APÉNDICES

ANEXOS

## 8. METODOLOGÍA

El tipo de estudio aplicado a esta investigación se basa en un modelo cuantitativo y cualitativo, con el propósito de definir un sistema que determine los pasos que deben seguirse para el mejoramiento de la gestión de un programa de mantenimiento a las llantas desde un centro de servicio automotriz.

Con métodos de toma de datos e interpretación de los mismos, se gestionará un mantenimiento adecuado para que los rendimientos de las llantas se puedan optimizar y así garantizar un costo-beneficio apropiado para este tipo de repuesto.

El estudio se dividirá en las siguientes fases:

- Fase I: investigativa y de muestreo

En esta fase se desarrollará el método para el control de los rendimientos de las llantas, el método ayudará a llevar un muestreo mensual de las profundidades de las llantas, asimismo, se diseñará una guía para las inspecciones mecánicas de las unidades vehiculares, según sea el tipo y modelo del vehículo.

Después de los procedimientos se ejecutarán varias pruebas para verificar los factores que afectan los datos a tomar, esto se realizará cada vez que se tomen los datos. Esto ayudará a la gestión mantenimiento apropiado para la reducción de costos y aumento de algunos recursos en la empresa.

- Investigativa: de acuerdo con los objetivos de la investigación se requiere que el mantenimiento sea estandarizado, para lo cual se aplicará todo lo relacionado a administración de mantenimiento. Creando métodos, guías y procesos que ayuden a mejorar el mantenimiento.
  - Muestreo: en este segmento se recopilarán datos que se obtendrán mediante los métodos y procesos desarrollados en la parte investigativa, que luego se analizarán para verificar si son factibles en su aplicación.
- Fase II: evaluación

El análisis estadístico involucra técnicas de muestreo, esto según la planificación se realizará mensualmente, estos datos se compararán con el historial de la situación actual y los datos de un mes anterior, se evaluará cada indicador para tomar la mejor decisión para la realización del mejor plan de mantenimiento que mejore las condiciones y aporte a la gestión de un programa de mantenimiento.

- Para evaluar la estandarización se establecerá una hoja de chequeo que involucre los puntos relevantes en el mantenimiento al momento que entra la unidad al centro de servicio, esto será un requerimiento para el cliente y los hallazgos que se establezcan en la evaluación. También se realizará un listado de trabajos realizados y pendientes.

- Un punto relevante al momento de realizar una mejora continua es establecer que indicadores son los que se evaluarán para ver el avance de la investigación.
- Fase III: análisis económico

El análisis económico está relacionado con los beneficios que se obtendrán con la información de la investigación, también el costo/beneficio de los procesos a implementar como: los controles mensuales de profundidad y su relevancia en la toma de decisiones para los recambios, la implementación de controles de las llantas reencauchadas las cuales bajan considerablemente el costo por kilómetro ya que debido a que son reutilizados los cascos de las llantas desgastadas alargan su vida útil.



## **9. TÉCNICAS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Las técnicas que serán utilizadas para la gestión del mantenimiento a las llantas serán las siguientes:

### **9.1. Fase I: investigativa y de muestreo**

Para esta primera fase, las técnicas utilizadas serán: la investigación de los puntos críticos en las llantas, las posibles causas de desgaste prematuro, y la forma de extraer las muestras para el análisis de los desgastes en la flota mensualmente. Se emplearán técnicas como: el análisis causa raíz (ACR), conjuntamente con un Diagrama de Pareto para definir cuáles son las principales causas de las fallas que hacen que las llantas tengan un desgaste prematuro.

Para la recolección de los datos de los desgastes se utilizará una hoja tipo *check list*, que incluirá datos relevantes como profundidad, presión, marcha, tamaño de la llanta y datos básicos de la unidad que tiene instalada la llanta. Obtenidos los datos se realizarán cálculos para determinar el gradiente entre el desgaste y el kilometraje recorrido.

### **9.2. Fase II: evaluación**

Analizar todos los gradientes de desgaste para proponer la mejor banda de rodamiento que se adapte a las condiciones de servicio de cada unidad.

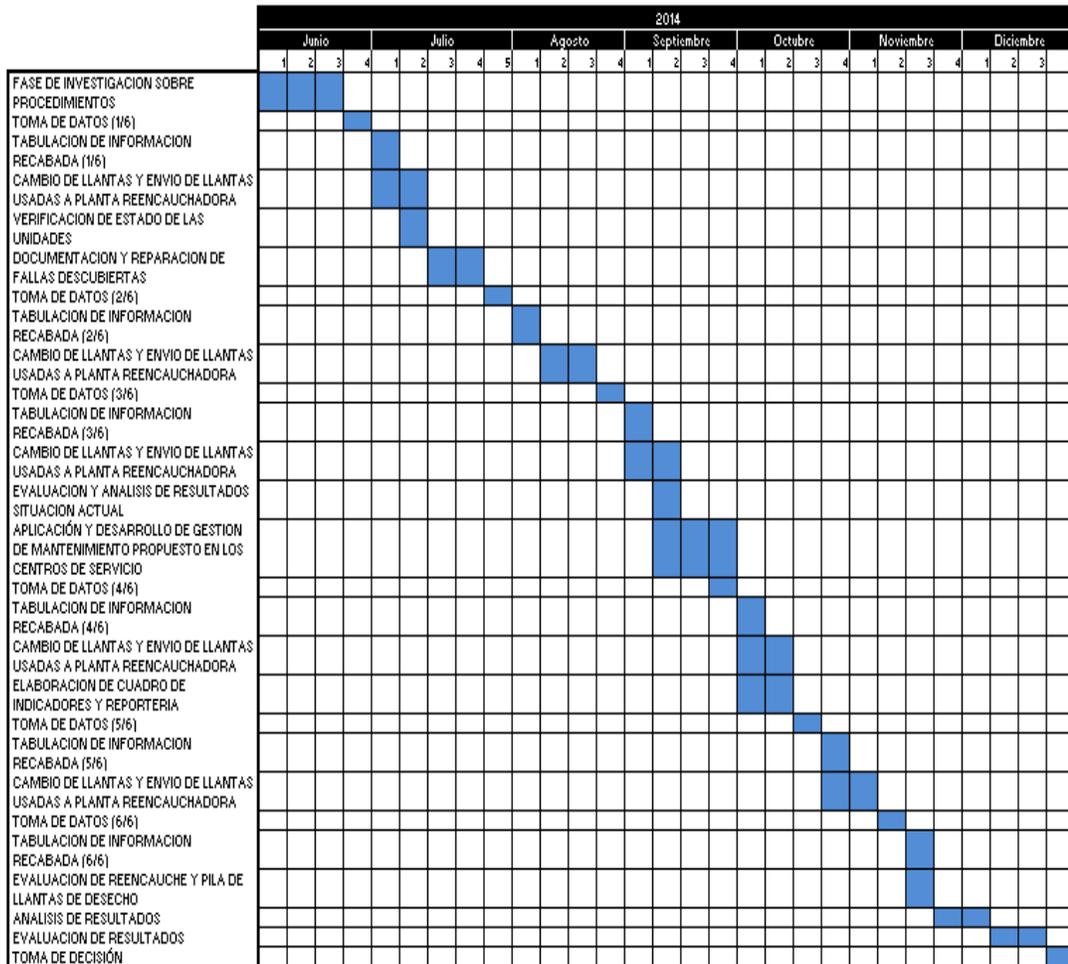
### **9.3. Fase III: análisis económico**

Análisis de la relación entre el costo y los beneficios que pueden ser obtenidos al integrar un mantenimiento óptimo con la reutilización de los neumáticos desgastado por medio de la reencauchabilidad.

## 10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Se presenta a continuación la descripción de las tareas a ejecutar y el período programado para su inicio y finalización.

Figura 6. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.



## **11. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO**

### **11.1. Factibilidad operativa**

El análisis de la factibilidad operativa está atado a los recursos humanos, técnicos y detalles que hacen que el proyecto sea posible y que pueda garantizarse el óptimo desempeño del repuesto (llantas), los detalles a considerar son:

- Los centros de servicio cuentan con personal altamente capacitado para efectuar los mantenimientos en los lugares establecidos en esta investigación, tienen el equipo necesario que ayudará a la planificación, ejecución, supervisión y control del mantenimiento.
- La recopilación de tiempos medios de reparaciones será un punto importante a tomar en cuenta en la investigación, esto para estandarizar procesos.
- Será conveniente supervisar los métodos para la implementación de controles.

### **11.2. Factibilidad técnica**

Es importante considerar todo lo relacionado con el lugar de trabajo, condiciones, equipo para medición, herramientas y la logística para cumplir con especificaciones y reducir al máximo el margen de error. En el proceso de la investigación se darán capacitaciones para corregir la toma de información,

como optimizar los recursos a la disposición y cómo implementar las nuevas metodologías.

El tiempo para la investigación es limitado, porque el desgaste está en función del tiempo y la vida útil está dentro del margen de tiempo que se cuenta para la investigación.

### **11.3. Factibilidad económica**

Varios de los recursos económicos de esta investigación, estarán ligados a la mejora del mantenimiento que ya se van a realizar a estas unidades motoras, previamente autorizadas puesto que las investigaciones aportarán la mejora continua. Los mantenimientos a las llantas se llevan mes a mes con lo cual la investigación tendrá la oportunidad de implementar nuevas metodologías ya que se contará con el personal, equipo, instalación y el recurso económico. Cabe mencionar que las herramientas serán suministradas por la empresa, por lo que únicamente se está considerando el costo y la depreciación respectivamente. El detalle del gasto que se incurrirá al realizar el presente proyecto se puede apreciar en la tabla I.

Tabla I. Inversión del proyecto

DESCRIPCIÓN	MONTO (Q)
<b>MATERIALES</b>	
Profundimetro	75,00
Computadora para tabular datos	3 200,00
Hojas para toma de datos	45,00
Otros	75,00
<b>DEPRECIACIÓN HERRAMIENTA</b>	
Alineadora de vehículos	1 750,00
Balanceadora	800,00
Puente elevador	1 800,00
Desarmadora de llantas	900,00
<b>MANO DE OBRA</b>	
Técnico 1	272,00
Técnico 2	272,00
Alimentación	420,00
<b>VEHÍCULOS</b>	
Gasolina	600,00
Depreciación	250,00
<b>GASTOS UNIVERSIDAD</b>	
Asesor	2 500,00
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>11,159,00</b>

Fuente: elaboración propia.



## 12. RESULTADOS ESPERADOS

La investigación se centra en la obtención de datos que ayudarán a realizar un mejor mantenimiento a las llantas de cualquier flota dedicada al transporte de bienes y/o servicios, con el propósito de conseguir mejores rendimientos en las llantas instaladas, así como también reutilizar las llantas gastadas procesándolas en plantas reencauchadoras para que el costo por kilómetro sea mayor. Entre los resultados esperados pueden enumerarse los siguientes:

- Poder aumentar el índice de control en el costo por kilómetro recorrido, lo que beneficiará al Departamento de Mantenimiento ahorrando recursos, que serían utilizados para otras actividades.
- La investigación servirá como guía para un plan de mantenimiento preventivo como correctivo aplicado a las llantas en una flota vehicular.
- Capacitar a los técnicos y personal involucrado en el mantenimiento de los vehículos y específicamente las llantas, logrando implementar una metodología de mantenimiento que ayuden a aumentar la satisfacción del cliente.
- Crear de manera rápida y sin excepciones las fichas de registro históricas técnicas, ya que, son una herramienta fundamental, para la planeación de las actividades de mantenimiento en la empresa. Este registro servirá para poder tomar mejores decisiones.



### 13. BIBLIOGRAFÍA

1. Duffuaa, O., Raouf, A., Dixon, C. (2000). *Sistemas de mantenimiento, planeación y control*. México: Limusa.
2. E. P. A. (2010). *Guía sobre aplicaciones de reciclaje y gestión de las llantas de desecho en EE.UU. y México*. EE.UU.
3. Firestone (2012). *Catálogo de productos Firestone*. Costa Rica.
4. Garza, F. (1986). *Enciclopedia de mantenimiento industrial*. México: Editorial, L.C. Morrow.
5. Gonzáles, F. (2005). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado*. 2ª. ed. España: Fundación Confemetal.
6. Guerra, S. (2003). *Implementación de un programa de mantenimiento para la máquina y equipo del centro de servicio automotriz, El Ingenio, S. A.* Tesis de grado. Ciudad de Guatemala, Guatemala. Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.
7. Informes técnicos de llantas para camiones. [www.eagletyre.com](http://www.eagletyre.com)
8. Kloth, C. (2006). *Programa de mantenimiento preventivo para un área piloto en una empresa manufacturera de algodón absorbente*. Tesis de grado. Ciudad de Guatemala, Guatemala. Escuela de Ingeniería

Mecánica Industrial. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.

9. López, E. (2011). *Mejora del plan de mantenimiento preventivo para la flota de montacargas para renta clase V de la empresa Distribuidora Agrícola Guatemalteca, S. A.* Tesis de grado. Ciudad de Guatemala, Guatemala. Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.
10. Mike, B. and Associates (2012). *Bumper to Bomper, La guía completa para operaciones de autotransporte de carga.* Barron's Educational Serie, Inc. EE.UU.
11. Monroy, F. (2003). *Principios básicos de mantenimiento.* Tesis de grado. Ciudad de Guatemala, Guatemala. Escuela de Ingeniería Mecánica. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.
12. Morales, P. (2012). *Propuesta de diseño de la distribución de maquinaria y equipo, para un taller de mecánica automotriz.* Tesis de grado. Ciudad de Guatemala, Guatemala. Escuela de Ingeniería Mecánica. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.
13. Narasimhan, S., McLeavey, W., Billington, P. (1995). *Planeación de la producción y control de inventarios.* 2ª. ed. México: Editorial Prentice Hall.
14. Pérez, M. (2011). *Circuitos de fluidos, suspensión y dirección.* 1ª. ed., España: Paraninfo.

15. Recopilación de datos de fabricantes de neumáticos norteamericanos. (1995). *Guía de análisis de condiciones para la llanta radial*. EE.UU.
16. Rice, J., (1989). *Manual de mantenimiento industrial*. 1ª. ed. México: McGraw-Hill.
17. The European Tyre and Rim Technical Organization (2013). *Recommendations*. EE.UU.
18. Véliz, E. (1999). *Administración y mantenimiento de la población de neumáticos en la flota de vehículos en la industria azucarera*. Tesis de grado. Ciudad de Guatemala, Guatemala. Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.
19. Yaeggy, A. (2001). *Manual para una conducción eficiente de vehículos como un soporte para implementar un programa de mantenimiento preventivo en una flota de venta de bebidas gaseosas*. Tesis de grado. Ciudad de Guatemala, Guatemala. Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.
20. Zamora, W. (2005). *Implementación de controles en las llantas de los equipos y cabezales en una empresa de transporte pesado para reducir sus costos de operación*. Tesis de grado. Ciudad de Guatemala, Guatemala.

