



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

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE LLANTAS DE  
BASE ANCHA COMO ESTRATEGIA PARA OPTIMIZAR COSTOS DE  
DISTRIBUCIÓN EN TRANSPORTE PESADO**

**José Guillermo Barrios Toc**

Asesorado por el Msc. Ing. Luis Eduardo Chapas Castillo

Guatemala, febrero de 2013



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE LLANTAS DE  
BASE ANCHA COMO ESTRATEGIA PARA OPTIMIZAR COSTOS DE  
DISTRIBUCIÓN EN TRANSPORTE PESADO**

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JOSÉ GUILLERMO BARRIOS TOC**

ASESORADO POR EL MSC. ING. LUIS EDUARDO CHAPAS CASTILLO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, FEBRERO DE 2013



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. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Karla Lizbeth Martínez Vargas
EXAMINADOR	Ing. Álvaro Antonio Ávila Pinzón
EXAMINADOR	Ing. Leonel Estuardo Godínez Alquijay
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

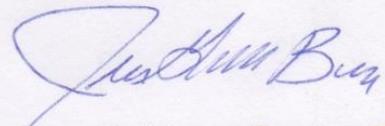


## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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 UTILIZACIÓN DE LLANTAS DE BASE ANCHA COMO ESTRATEGIA PARA OPTIMIZAR COSTOS DE DISTRIBUCIÓN EN TRANSPORTE PESADO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Posgrado, con fecha 24 de enero de 2013.



**Jose Guillermo Barrios Toc**





Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería  
Teléfono 2418-9142

**AGS-MGIPP-0020-2013**

Guatemala, 24 de enero de 2013.

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

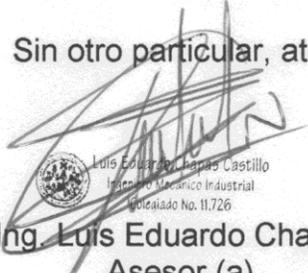
Estimado Director:

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 **José Guillermo Barrios Toc** con carné número **2003-12606**, quien opto la modalidad del **“PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO”**.

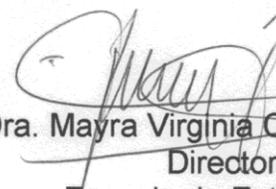
Y si habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente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

Sin otro particular, atentamente,

“Id y enseñad a todos”

  
Msc. Ing. Luis Eduardo Chapas C.  
Asesor (a)

  
Msc. Ing. Cesar Augusto Arce Castillo  
Coordinador de Área  
Gestión y Servicios

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



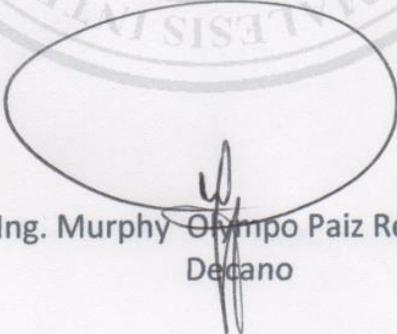
Cc: archivo  
/la



DTG. 051 .2013

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 UTILIZACIÓN DE LLANTAS DE BASE ANCHA COMO ESTRATEGIA PARA OPTIMIZAR COSTOS DE DISTRIBUCIÓN EN TRANSPORTE PESADO**, presentado por el estudiante universitario: **José Guillermo Barrios Toc**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 6 de febrero de 2013

/gdech

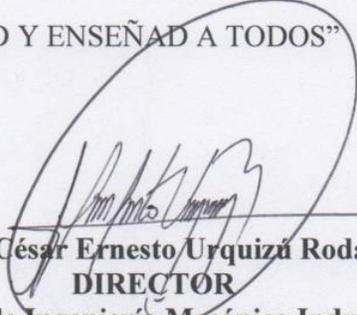




REF.DIR.EMI.018.013

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 UTILIZACIÓN DE LLANTAS DE BASE ANCHA COMO ESTRATEGIA PARA OPTIMIZAR COSTOS DE DISTRIBUCIÓN EN TRANSPORTE PESADO**, presentado por el estudiante universitario **José Guillermo Barrios Toc**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquiza Rodas  
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, febrero de 2013.

/mgp



## **ACTO QUE DEDICO A:**

**Dios**

Por qué siempre esta cuando lo necesito, dándome la fuerza y fortaleza para sobrellevar los retos que se presentarán.

**Mi madre**

Por todo su amor, esfuerzo, sacrificio y apoyo que siempre han sido fuente de inspiración y ejemplo.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **Mis hermanos**

Por su cariño y por siempre compartir todas las etapas de mi vida.

### **Mi tía Gladys Barrios**

Por su apoyo y cariño que me han ayudado a crecer.

### **Mi familia**

Por siempre haberme brindado su cariño, apoyo y compañía en todo momento.

### **Mis amigos**

Por ser una importante influencia en mi carrera, por los momentos que me han ayudado a crecer, y por la sabiduría que cada uno ha compartido conmigo.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	III
LISTA DE SÍMBOLOS .....	V
GLOSARIO .....	VII
RESUMEN.....	IX
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES.....	3
3. OBJETIVOS.....	5
4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
5. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	9
6. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	11
6.1. Características generales.....	11
6.2. Determinación de costos.....	12
6.2.1. Costos por funcionamiento de vehículos y equipo .....	12
6.2.2. Combustibles y lubricantes.....	13
6.2.3. Llantas.....	13
6.2.4. Repuestos, reparaciones y mantenimiento.....	14
6.2.5. Depreciación.....	14
6.2.6. Seguro de vehículos.....	14
6.2.7. Impuestos y peajes.....	14

6.3.	Información general de llantas.....	14
6.3.1.	Tipos de construcción de llantas.....	16
6.3.2.	Medidas de llantas.....	16
6.3.3.	Bandas de rodamiento.....	17
6.3.4.	Especificaciones de carga.....	17
7.	HIPÓTESIS.....	19
8.	CONTENIDO .....	21
9.	MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	25
10.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	29
11.	RECURSOS NECESARIOS.....	31
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	33

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1. Cronograma de actividades.....29

## TABLAS

- I. Presupuesto.....32



## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
\$	Dólar Estadounidense.
%	Porcentaje.
$\bar{Y}$	Promedio de una variable (Y) que se desea conocer.



## GLOSARIO

<b>STATS</b>	Programa Computacional para Análisis Estadístico.
<b>SPSS</b>	Programa Computacional para Análisis Estadístico.
<b>Low boys</b>	Equipo de arrastre de cama baja utilizado por compañías para el traslado de maquinaria pesada.
<b>ET</b>	Se denomina con estas letras al encajado de las llantas que puede ser exterior o interior.
<b>Ply rating</b>	Capacidad de telas de las llantas, se utiliza para identificar la fortaleza de los neumáticos. Los números más altos son asignados a neumáticos más fuertes.
<b>Load range</b>	Índice de carga para la que fue construido un neumático, puede ser ligero, estándar o para cargas extra.



## RESUMEN

En la actualidad la totalidad de las empresas que buscan permanecer y ser sostenibles a través del tiempo buscan la optimización de los costos, a través de muchas y variadas estrategias. Al analizar cuáles son los principales rubros en los cuales se tiene el mayor desembolso de dinero, se encuentra fácilmente la distribución de los productos. Para poder encontrar ahorros sustanciales de costos de distribución es necesario aplicar tecnologías nuevas, que se han probado en otras partes del mundo y que han arrojado resultados positivos.

Las llantas de base ancha, se han presentado como una alternativa para transporte pesado, con estas se pretende sustituir el arreglo tradicional dúplex, y con esto obtener ahorros en consumo de combustible, reencauches emisiones de gases, y repuestos derivados del uso de llantas. Además de aumentar las capacidades de carga, haciendo un ahorro sustancial a largo plazo. Se pretende conocer cuáles son las características principales de la oferta de este tipo de llantas en el medio nacional, contrastarlas y poder confirmar que se pueden aplicar al transporte pesado existente en el país. Y con esto estimar el beneficio económico que se puede obtener.



## **1. INTRODUCCIÓN**

En un mundo de rápido cambio, y aumento desmedido de los costos operativos para todo tipo de empresas, como materias primas, energía eléctrica, combustibles, repuestos, mantenimiento, mano de obra y transporte, se tiene como efecto global la necesidad de buscar formas más efectivas de llevar a cabo los procesos productivos. Como parte vital de la cadena de suministro siempre se encuentra el transporte de mercaderías, ya sean de materias primas o de producto terminados para los clientes finales.

En este trabajo se pretende atacar la problemática de altos costos operativos de transporte, como rendimientos de llantas, rendimiento de combustibles y capacidades de carga, proponiendo la utilización de llantas de base ancha como reemplazo del tradicional arreglo dúplex en las unidades y equipos de cabezales. El alcance del presente trabajo es exploratorio ya que no se ha documentado el uso de este tipo de llantas en nuestro país.

Como parte de los objetivos de la investigación se pretende definir cuál es la combinación de llantas óptima para la flota de transporte a estudiar, contrastar las llantas existentes en el mercado nacional y estimar el beneficio en costos que se puede obtener con ellas. Como hipótesis se pretende comprobar la afirmación internacional que el uso de este tipo de llantas puede aportar ahorros de combustible. Dentro del desarrollo de la investigación se pretende que contenga los siguientes capítulos:

Capítulo I: se incluye a detalle cuál es problema que se desea resolver, su justificación, alcance y las limitaciones que se pueden encontrar en el momento de llevar a cabo ésta.

Capítulo II: se describe lo que es el marco teórico de la investigación, incluyendo la información básica que se considerara para el desarrollo del trabajo, verificando las teorías comprobadas que afectan la investigación.

Capítulo III: se describe el estado actual de la flota de transporte que se tomará como base para el análisis de costos. Como se encuentran sus costos operativos, cual es transcurso normal de las actividades de estas unidades y como las llantas pueden ser una oportunidad de reducción de costos.

Capítulo IV: se describe toda la información necesaria sobre el uso de llantas de base ancha, los diferentes tipos de bandas u proveedores disponibles, y los arreglos de combinaciones posibles para las unidades.

Capítulo V: describe la metodología con la que se realizará la investigación, los instrumentos que son necesarios para llegar a los objetivos deseados y como se utilizaran.

Capítulo VI: se presentan los resultados, se explican a detalle cada uno de estos y demuestra como la hipótesis pudo ser o no aceptada.

La investigación se realizará para unidades de transporte pesado que constan de un cabezal con un eje direccional y dos ejes de tracción y unidades de arrastre de tres ejes, que realizan viajes diarios de 600 kilómetros sobre superficie asfaltada. En un tiempo de nueve meses iniciando en octubre de 2012 a junio de 2013.

## 2. ANTECEDENTES

El trabajo de Sánchez (México 1997), sobre el mantenimiento de maquinaria y equipos de construcción, indica cuáles fueron los beneficios que se le reconocieron a las llantas de base ancha, tales como mayor área de contacto con el piso y por lo tanto mayor tracción y flotación en terreno suave que lo obtenido utilizando llantas ordinarias. El trabajo de Quiroa (2005), sobre la contabilidad de costos aplicada en una empresa de transporte muestra como el gasto de llantas es un gasto directo, ya sean llantas nuevas o reencauchadas que aplica a los gastos operativos de una empresa de transporte. Además, en este sistema se puede llevar la contabilización de los gastos que se pueden reducir con la aplicación de nuevas tecnologías. También se cuenta con la investigación de Males y Morales (2007) donde se puede obtener información sobre las funciones básicas de las llantas, así como criterios para la selección de neumáticos, reglas para un buen mantenimiento en operación y la forma de detectar algunos daños que se pueden observar.

Internacionalmente, se han realizado estudios muy básicos sobre la utilización de llantas de base ancha, aplicándolos directamente a flotas de transporte pesado, éstos se han realizado por la unión de distintas empresas del ramo, como por ejemplo en Estados Unidos, esta unión de empresas se identifica como *Smartway*, creada en 2004, como un programa de Agencia de protección ambiental de Estados Unidos, encargado de buscar soluciones innovadoras para la utilización más eficiente del combustible en la cadena de suministro. Entre estas iniciativas se encuentra el uso de llantas de base ancha. En Europa se han realizado implementaciones similares en programas como

*Fleetsmart*, y se confirman los beneficios con el trabajo de Cohn (2011) sobre todo lo que se necesita saber de llantas de base ancha.

Se pueden citar investigaciones que se han encargado de conocer los efectos mutuos entre las llantas y el pavimento, tal como el estudio de Sánchez (2006) en el cual se puede obtener información valiosa sobre las fuerzas generadas a partir del uso de llantas de base ancha en comparación con el arreglo común dual, además de demostrar otros beneficios del uso de este tipo de llantas.

En el ámbito nacional se presenta la posibilidad de utilizar esta tecnología ya que se cuenta con las empresas importadoras, pero no se aplica actualmente debido a la falta de información concreta sobre los beneficios y las posibles dificultades que se puedan presentar.

### **3. OBJETIVOS**

#### **General**

Utilizar llantas de base ancha como estrategia de optimización de costos de distribución en una flota de transporte pesado.

#### **Específicos**

1. Delimitar la combinación de llantas normales y de base ancha óptima para optimizar costos de distribución de una flota de transporte pesado.
2. Contrastar las llantas de base ancha disponibles en el mercado guatemalteco más adecuadas para optimizar costos de distribución.
3. Analizar los costos de distribución que se verán beneficiados del uso de llantas de base ancha.



#### 4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En los últimos diez años los precios de los combustibles han tenido un alza constante, llegando cada vez a nuevos records de precios topes. En el caso de Guatemala se tuvo en enero de 2003 el precio del galón de diesel a \$1.25 y llegando a un precio de \$4.22 por galón, esto representa un aumento del 337% del precio inicial del diesel. Las previsiones de precios para los próximos meses y años indican un aumento constante. Debido a este aumento desmedido de los precios de combustible muchas empresas que se dedicaban al transporte pesado no han podido mantenerse a flote, causando quiebre de empresas y desempleo de forma indirecta. Es por ello que se vuelve de vital importancia la implementación de tecnologías nuevas e innovadoras para ser más eficiente en el consumo de combustible y otros costos operativos de las empresas de transporte.

La utilización de llantas de base ancha está comprobada en otros países más avanzados que Guatemala, pero es necesario conocer cuáles serían las implicaciones positivas y negativas de esta tecnología, debido a que las carreteras de nuestro país no se encuentran en perfectas condiciones.

Las implicaciones más importantes de conocer los beneficios que se pueden obtener con el uso de llantas de base ancha, son que la mayoría de productos en nuestro país se trasladan de forma terrestre. Es por esto que la investigación luego se podrá generalizar a cualquier otra empresa de transporte. Dando beneficios en costos de combustible, de recambio de llantas, aumentos en capacidades de carga, además que se ha demostrado que las llantas de base ancha tienen un menor efecto sobre el daño en el asfalto debido

al mayor área de rodamiento, reduciendo la presión sobre la superficie Fabela (2005).

Para el investigador la motivación para la realización de esta investigación se encuentra en aportar información importante, relevante y que apoye el desarrollo de distintas organizaciones, ya que el transporte vía terrestre es de tan amplio uso en nuestro país, se puede realizar un aporte significativo al gremio.

## **5. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

En un mundo que se encuentra atravesando dificultades económicas importantes, la eficiencia en el uso de los recursos estratégicos es crítico para mantener una empresa de forma sostenible. El transporte de carga vía terrestre representa un factor estratégico para la actividad económica del país y representa el modo de transporte de mayor relevancia. En las empresas con flotas de transporte propio, una amplia parte del presupuesto se destina al combustible. Para afrontar las dificultades es necesario utilizar la creatividad y buscar nuevas formas de obtener ahorros en costos. El manejo eficiente del transporte terrestre es una oportunidad grande para las empresas que quieren estar en constante innovación y de además obtener el mayor margen de utilidades posibles.

Por lo que el problema que se plantea es el siguiente, el alto costo operacional de una flota de transporte pesado, como combustible, cambio de llantas, gastos de fricciones y tambores, costos por capacidad de carga, rendimiento en kilómetros de llantas.

En la actualidad existe en países más desarrollados, organizaciones que fueron conformadas por diferentes empresas, dedicándose a la búsqueda de reducción de costos y de emisiones en el transporte pesado. Entre las soluciones más ampliamente difundidas es el uso de llantas de base ancha en reemplazo de la utilización de dos llantas utilizadas de forma sencilla.

Por lo expuesto esta investigación pretende comprobar que el uso de llantas de banda ancha reduce los costos operacionales en al menos 3%,

además de presentar otros beneficios como la reducción de emisiones de gases y el aumento en la capacidad de carga. Resolviendo las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuál es la combinación de llantas normales y de base ancha más adecuada para optimizar los costos de distribución de una flota de transporte pesado?
2. ¿Cuál es la llanta de base ancha disponible en el mercado guatemalteco más adecuada para optimizar los costos de distribución?
3. ¿Qué costos de distribución se ven beneficiados por el uso de llantas de base ancha?

La investigación se realizará para unidades de transporte pesado que constan de un cabezal con un eje direccional y dos ejes de tracción, y unidades de arrastre de tres ejes, que realizan viajes diarios de 600 kilómetros sobre superficie asfaltada. En un tiempo de nueve meses iniciando en octubre de 2012 a junio de 2013.

## **6. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL**

El fundamento teórico sobre el cual se inicia la investigación y que servirá como base a la indagación por realizar se presenta a continuación.

### **6.1. Características generales**

De los años sesenta a la actualidad, la tecnología automotriz ha avanzado a pasos agigantados en la fabricación de vehículos, haciendo que cada vez estos sean más eficientes y prácticos para la prestación de servicios de transporte.

Debe hacerse notar que de los diferentes medios de transporte que se conocen e utilizan hoy en día, únicamente los vehículos automotores que se desplazan por la vía terrestre, son capaces de aprovechar todas las posibilidades que el comercio ofrece y llegar a los puntos más distantes. Dentro de los distintos medios de transporte con los que contamos en la actualidad se deben hacer notar los siguientes:

- Transporte acuático: es el transporte que se realiza en cualquier ruta fluvial, ya sea mares, ríos, lagos y otros. Como principal ventaja está el costo que es el más bajo de todos los medios de transporte además de la capacidad de carga. Y como mayor desventaja está el tiempo ya que este medio de transporte usualmente es el más lento, además limitación de áreas a cubrir.

- Transporte aéreo: estos transportes incluyen los aviones, avionetas y helicópteros, que han tenido un gran apoyo de la tecnología para ser cada vez más confiables y rápidos. Como ventajas tiene la rapidez con la que se pueden transportar mercancías a lugares lejanos, usualmente llegando a casi todos los países del mundo. Y teniendo como limitaciones que se deben realizar carga y descarga en lugares destinados para este tipo de unidades. Además de un alto costo.
- Transporte terrestre: es el medio de transporte más utilizado, principalmente para el transporte local, ya que se puede llegar a puntos más distantes y difíciles de ingresar. Para el tema en investigación nos enfocamos en el transporte de carga pesada por vehículos automotores. Estos pueden ser camiones simples, camiones de volteo, camión tanque y los más comunes camiones con cabezales y algún tipo de unidad de arrastre, como plataformas, furgones, palanganas o góndolas, cisternas, *low boys* y otros.

## **6.2. Determinación de costos**

Para poder determinar los costos operativos de las unidades de transporte es necesario realizar el desglose de los costos que se consideran como operativos, y llevar control sobre y se debe tomar en cuenta los kilómetros recorridos por las unidades para efectuar tanto viajes cargados como sin carga. Quiroa (2005)

### **6.2.1. Costos por funcionamiento de vehículos y equipo**

Para poder mantener una empresa de transporte es necesario invertir capital en repuestos, reparaciones, mantenimiento, llantas, combustibles,

lubricantes y otros, con la finalidad de contar con la flota en adecuadas condiciones para prestar el servicio más eficiente. Quiroa (2005)

### **6.2.2. Combustibles y lubricantes**

Para el tipo de vehículos indicados en esta investigación se toman costos estableciendo que las unidades gastan 1 galón por cada 8 kilómetros recorridos en promedio. Y que se le realiza cambios de aceite cada cinco mil kilómetros. Quiroa (2005)

### **6.2.3. Llantas**

La llanta es la pieza normalmente metálica, sobre la que se asienta un neumático y que forma parte de la rueda (compuesta esta última por llanta y disco). En países como México, Guatemala, Salvador, Honduras y Colombia se llama llanta al neumático, y rin (del inglés *rim*) a la rueda metálica. La rueda es un soporte redondo, normalmente con aberturas en el disco para lograr ligereza a la vez de permitir un flujo de aire para aireado de los frenos. Quiroa (2005)

“La llanta de vehículo de turismo propiamente dicha está pegada al disco. La función de la llanta es sujetar el neumático y la función del disco es ir sujeto al vehículo. De tal forma que el encajado del disco en la llanta puede ser exterior o interior; la forma en que va encajado determina el ancho de vía del vehículo. Este encajado viene marcado en la rueda por las letras ET y una numeración (Ejemplo ET 18). Esta numeración indica los milímetros que hay desde la mitad de la llanta al encajado del disco con el buje en el vehículo.” Quiroa (2005)

#### **6.2.4. Repuestos, reparaciones y mantenimiento**

Estos son los costos asociados con ajustar, limpiar, reparar y cambiar partes dañadas de los vehículos y de su equipo de arrastre. La delimitación de estos costos es difícil de precisar, ya que varían dependiendo de mucho factores, desde el trato que el piloto le dé a cada unidad hasta la disponibilidad de repuestos. Es por esto que se realizan a través de promedios generales de los gastos en estos renglones. Quiroa (2005)

#### **6.2.5. Depreciación**

La depreciación es la distribución de la disminución del valor de un activo por el uso de este. Los vehículos en cuestión se les indican un uso estimado de diez años y en base a esto se calculara la depreciación. Quiroa (2005)

#### **6.2.6. Seguro de vehículos**

En la actualidad con el índice de accidentes a los que se ven involucrados los pilotos de transporte pesado es necesario mantener un seguro vigente, el valor de estos dependerá de las características del vehículo a asegurar y los riesgos que se deseen cubrir. Quiroa (2005)

#### **6.2.7. Impuestos y peajes**

Para la circulación de los vehículos en las vías terrestres del país, además del cobro de impuestos por la circulación en distintos municipios se debe cumplir con ciertos pagos. Entre los que están el impuesto de circulación de vehículos, peajes, contribuciones y otros. Quiroa (2005)

### **6.3. Información general de llantas**

Llanta es un contenedor de aire, el cuál soporta el peso de una carga, por lo que un equipo sin aire en sus llantas no puede desplazarse. Las principales funciones de una llanta son soportar una carga, asegurar la transmisión del esfuerzo del motor al transferir fuerzas de tracción y frenado, dar dirección al vehículo, absorber las irregularidades del camino al participar en la estabilidad, suspensión y frenado. Todas las llantas están compuestas por cuatro componentes esenciales como lo son el hule, químicos, fibras y acero. Castro (1997).

El hule puede ser natural que es el que se extrae directamente del árbol, o sintético que es el que se obtiene en los laboratorios. Entre los compuestos químicos se encuentran el negro de humo que es el que le da el color negro a las llantas, los antioxidantes, azufre, acelerantes y óxido de zinc, que son los que brindan características especiales al hule, para protegerlo de los agentes agresores del ambiente, debido al continuo contacto de las llantas con los mismos, por las condiciones de trabajo. Castro (1997).

Las fibras se utilizan cuando son llantas convencionales por ser este el principal compuesto de sus capas o lonas que la constituyen, es por eso que es muy utilizada en la construcción de cascos y refuerzos, las cuales originalmente eran de algodón, pero con el avance de la tecnología se utilizan hoy en día de rayón, nylon y poliéster. Castro (1997).

El acero es utilizado en la construcción de las cejas, bandas estabilizadoras, cascos y refuerzos de las llantas de tipo radial. La llanta cuenta con tres zonas específicas, la banda de rodamiento, las paredes laterales y el área de la ceja o pestaña. Castro (1997).

La banda de rodamiento es la parte de la llanta, que entra en contacto con la superficie o pavimento, su formulación variará de acuerdo al tipo de servicio requerido y debe tener alta resistencia a los cortes, impactos, desgarres y desgastes. Las paredes laterales son las que soportan la flexión de la llanta, deben resistir las altas temperaturas generadas por el calor al continuo contacto con la superficie de rodado y proteger a la llanta de agresiones del ambiente, como la humedad, el ozono, etc. El área de la ceja o pestaña es la parte de la llanta, que se mantiene unida al vehículo a través del aro y es la zona con mayor fortaleza de toda la llanta, ya que ella recibe el mayor peso de la carga. Castro (1997).

### **6.3.1. Tipos de construcción de llantas**

Cuando se refiere al tipo de construcción de la llanta, es específicamente al número de capas reales y el tipo de materiales utilizados. El número de capas variará dependiendo del tamaño de la llanta, su capacidad de carga y el tipo de servicio requerido. El tipo de materiales utilizados depende de la tecnología asociada con su proceso de fabricación. Castro (1997).

### **6.3.2. Medidas de llantas**

La medida de cada llanta está indicada por su ancho nominal y el diámetro del aro que se utiliza para su armado, expresado en pulgadas y milímetros, por ejemplo 1000-20, 11R22.5, 285/75R24.5, etc. Castro (1997).

Para lograr comprender de una manera sencilla, como identificar la medida de las llantas existentes en nuestra flota, es importante conocer primero las dimensiones de la llanta, el tipo de nomenclatura utilizada y las

especificaciones del fabricante de la misma, este último para saber qué tipo de llanta se debe comprar al momento que se requiera su cambio. Castro (1997).

### **6.3.3. Bandas de rodamiento**

Los cabezales y equipos son utilizados para transportar diferentes productos sobre distintas superficies de rodado y recorridos variables, es por ello que es importante saber seleccionar y aplicar correctamente cada una de las diferentes bandas de rodamiento que las empresas ofrecen tanto en llanta nueva como en reencauche. Castro (1997).

“Para la selección correcta de una banda de rodamiento de una llanta se debe considerar lo siguiente: el tipo de servicio, el recorrido, la medida del aro, y la capacidad correcta de carga. Los fabricantes de llantas determinan la capacidad de carga de una llanta, acorde a su medida, a una presión de aire específica y en una determinada posición en el cabezal o equipo, todo para que estos factores no afecten el desempeño óptimo en un tipo específico de servicio que la empresa preste a sus clientes, por lo cual se recomienda consultar con un asesor de servicio, antes de comprar las llantas para sus cabezales y equipos, o bien consultar los folletos y materiales de información con que cuentan los fabricantes de llantas, para seleccionar la medida, diseño que más satisfaga las necesidades requeridas en su flota.” Cohn (2011)

### **6.3.4. Especificaciones de carga**

La capacidad de carga de una llanta está indicada por el *ply rating*, el *load range*, el índice de carga y el de velocidad. Dicha capacidad es distinta para montaje sencillo que para el montaje en dual, por lo que se debe conocer la correcta aplicación antes de utilizar las llantas, además que hay que tomar en

cuenta que la carga y la presión de inflado varían de acuerdo a la velocidad requerida y especificada. Castro (1997).

Hay que tomar en cuenta también la distribución de la carga en los equipos y cabezales de la flota, porque cuando esta es inadecuada, las llantas y otros de los componentes se desgastan excesivamente, la estabilidad y maniobrabilidad del cabezal quedan expuestas a un índice mayor de accidentes. Castro (1997).

La distribución adecuada de la carga en los cabezales y equipos de la flota, es proporcional al peso total que cada eje soporta, tomando en cuenta también el peso bruto del cabezal y equipo, por lo que al cargar debe tenerse buen criterio y experiencia de cómo distribuir uniformemente dicha carga, para evitar sobrecargar solo uno de los ejes. Castro (1997).

La sobrecarga en los equipos provoca los mismos daños que presentan las llantas, si estas son rodadas a baja presión, ya que en ambos casos se da una deflexión excesiva en la llanta, generando temperaturas altas en el área de rodamiento, lo que puede resultar en la separación de la banda y capas, reduciendo drásticamente la vida útil de las mismas. Castro (1997).

## 7. HIPÓTESIS

A continuación se presentan la hipótesis de la investigación y las variables que se tomarán para esta.

Hipótesis de investigación

El uso de llantas de base ancha reduce el gasto en combustible en una flota de transporte pesado.

Hipótesis nula:

El uso de llantas de base ancha no reduce el gasto en combustible en una flota de transporte pesado.

Variable independiente:

Uso de llantas de base ancha.

Variable dependiente:

Reducción de gasto de combustible.



## **8. CONTENIDO**

A continuación se muestra el esquema general con el contenido que será incluido en el informe final luego de haber concluido la investigación.

### ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

OBJETIVOS

HIPÓTESIS

INTRODUCCIÓN

1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
  - 1.1. Descripción del problema
  - 1.2. Alcances de la investigación
  - 1.3. Preguntas de investigación
  
2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO
  - 2.1. Características generales
    - 2.1.1. Antecedentes históricos
    - 2.1.2. Medios de transporte
      - 2.1.2.1. Transporte acuático
      - 2.1.2.2. Transporte aéreo
      - 2.1.2.3. Transporte terrestre
    - 2.1.3. Clasificación del transporte de carga terrestre

- 2.1.3.1. Ferroviario
    - 2.1.3.2. Vehículos automotores
  - 2.2. Determinación de costos
    - 2.2.1. Costos por funcionamiento de vehículos y equipo
      - 2.2.1.1. Combustibles y lubricantes
      - 2.2.1.2. Llantas
      - 2.2.1.3. Repuestos, reparaciones y mantenimiento
      - 2.2.1.4. Depreciación
      - 2.2.1.5. Seguro de vehículos
      - 2.2.1.6. Impuestos y peajes
  - 2.3. Información general de llantas
    - 2.3.1. Tipos de construcción de llantas
    - 2.3.2. Medidas de llantas
    - 2.3.3. Bandas de rodamiento
    - 2.3.4. Especificaciones de carga
- 3. CAPÍTULO III: SITUACIÓN ACTUAL
  - 3.1. Organización de la empresa
    - 3.1.1. Esquema
      - 3.1.1.1. Organigrama
      - 3.1.1.2. Funciones de cada departamento
    - 3.1.2. Legislación aplicable
      - 3.1.2.1. Leyes generales
      - 3.1.2.2. Leyes específicas
  - 3.2. FODA, actual de la empresa
  - 3.3. Factores internos
  - 3.4. Costos
    - 3.4.1. Combustibles y lubricantes
    - 3.4.2. Llantas

- 3.4.3. Repuestos, reparaciones y mantenimiento
  - 3.4.4. Depreciación
  - 3.4.5. Seguro de vehículos
  - 3.4.6. Impuestos y peajes
  
- 4. CAPÍTULO IV: LLANTAS DE BASE ANCHA
  - 4.1. ¿Qué son las llantas de base ancha?
  - 4.2. ¿Qué proveedores existen en Guatemala?
  - 4.3. Arreglos para uso de llantas de base ancha
  - 4.4. Ventajas del uso de llantas de base ancha
  - 4.5. Desventajas del uso de llantas de base ancha
  
- 5. CAPÍTULO V: METODOLOGÍA
  - 5.1. Metodología a utilizar para la investigación
  - 5.2. Fase de revisión de información
  - 5.3. Fuente de datos para llevar a cabo la investigación
  - 5.4. Determinación del tamaño de la muestra
  - 5.5. Recolección de datos
  
- 6. CAPÍTULO VI: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS
  - 6.1. Análisis de datos
  - 6.2. Presentación de resultados

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS



## 9. MÉTODOS Y TÉCNICAS

Luego de considerar el problema, los objetivos, la hipótesis y el enfoque desde el cual se desea abordar la investigación se elige el enfoque cuantitativo con alcance exploratorio debido a que es un problema poco estudiado en nuestra sociedad, indagando desde una perspectiva innovadora, descriptivo ya que se desea verificar como la variable afectara el costo. Con diseño no experimental transeccional ya que se recolectaran datos en un único momento sin la manipulación intencional de variables.

La población objeto de la investigación estará constituida por las empresas del sector de neumáticos de transporte pesado presentes en Guatemala, y que tienen oferta de llantas de base ancha.

Para desarrollar la investigación se trabajará en las siguientes fases:

Fase 1: se realizarán las siguientes actividades para alcanzar el primer objetivo específico. Para lograr alcanzar el primer objetivo, se analizará la información obtenida en el marco teórico, aplicándola en los límites definidos del tipo de unidad y los terrenos en los cuales se estará conduciendo. Para poder obtener la combinación óptima.

Fase 2: se realizarán las siguientes actividades para alcanzar el segundo objetivo específico. Para la elección de la muestra se hará de manera probabilística, de forma aleatoria simple, sobre los distintos tipos de llantas de base ancha que los cuatro proveedores más grandes ofrecen en el mercado guatemalteco. Por lo que es necesario determinar el error estándar para obtener la varianza y siguiendo los pasos definidos en Hernández (2010, pág. 178).

Para determinar el tamaño de muestra mediante fórmulas es necesario entender los siguientes términos y sus definiciones.

- La población, a la que se le suele denominar como N, es un conjunto de elementos.
- $\bar{Y}$  es el valor de una variable determinada (Y) que nos interesa conocer, digamos un promedio.
- V es la varianza de la población con respecto a determinadas variables (la varianza indica la variabilidad).
- Se es la desviación estándar de la distribución muestral y representa la fluctuación de  $\bar{Y}$ .
- $(Se)^2$  es el error estándar al cuadrado, cuya fórmula nos servirá para calcular la varianza (V) de la población (N), así como la varianza de la muestra (n) será la expresión  $s^2$ .
- $S^2 =$  varianza de la muestra, la cual podrá determinarse en términos de probabilidad donde  $s^2 = p(1 - p)$ .
- P = porcentaje estimado de la muestra, probabilidad de ocurrencia del fenómeno.

A partir de esto se determina la muestra en dos pasos:

- Tamaño provisional de la muestra = (varianza de la muestra) / (varianza de la población).
- Tamaño de la muestra = (tamaño provisional de la muestra) / (1+(tamaño provisional de la muestra / población)).

Se sustituyen los datos que tenemos de población, valor promedio de la variable, desviación estándar, y porcentaje estimado de la muestra, y obtendremos el tamaño de la muestra.

La recolección de datos se realizará a través de cuestionarios, para comparar bandas de rodamiento, cinturón, capa radial, costado, sellante, relleno y refuerzos. Observación de rendimientos, presiones, índices de desgaste, tracción y temperatura, y pruebas estandarizadas, de consumos de combustible, desgaste y capacidades de carga en unidades con la combinación designada en la fase 1. Con un formato definido, en el cual se tiene un encabezado con información importante de proveedor y tipo de llanta, para poder clasificarlas en similares. Y preguntas cerradas para delimitar la información que deseamos obtener. Los cuestionarios se realizaran de forma presencial en el local de cada proveedor. Además se realizarán entrevistas con personal con experiencia sobre el uso de este tipo de neumáticos, para obtener información valiosa que pueda aportar información generalizable a otras empresas de transporte.

El análisis de datos se hará a través de análisis estadístico con distribución de frecuencias, medidas de tendencia central y gráficas. Utilizando programas estadísticos específicos para esto como el STATS y SPSS y a partir de eso se presentarán de forma ordenada los datos recolectados, y las conclusiones que se obtuvieron.

Se realizará revisión bibliográfica para ampliar los resultados obtenidos. Y se espera obtener la información necesaria para tomar decisiones sobre la llanta de base ancha más adecuada a utilizar, para obtener la mejor optimización de costos de distribución.

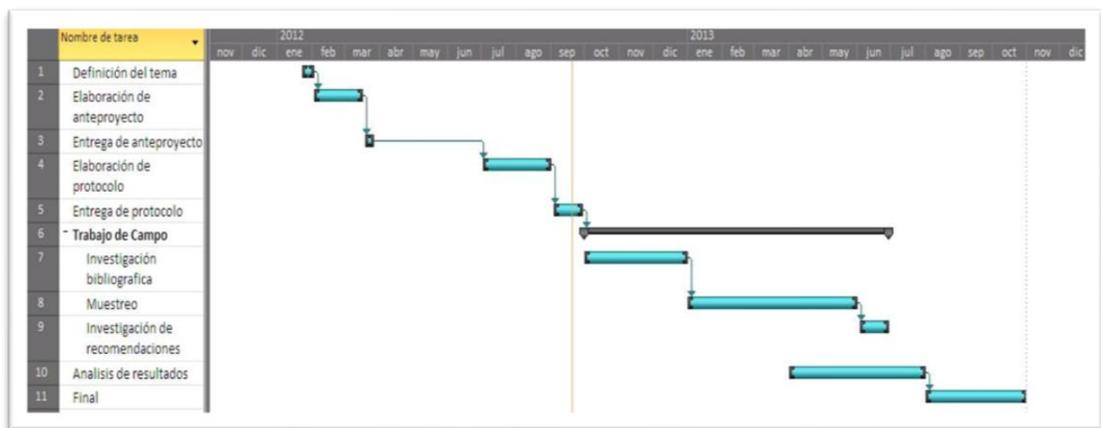
Fase 3: se realizarán las siguientes actividades para alcanzar el tercer objetivo específico. Al haber obtenido la información de las distintas llantas que se encuentran en el mercado nacional, de sus especificaciones y disponibilidad.

Se examinarán las diferencias que se obtendrán de la utilización de llantas de base ancha en comparación con la combinación dual de llantas normales. Posteriormente se realizará el cálculo de los costos con combinación dual tradicional, en costo de combustible, costos de llantas nuevas, costos de reencauche, costos de aros, fricciones y tambores, y de la capacidad de carga. Lo cual permitirá dar una conclusión sobre los beneficios de la utilización de este tipo de llantas.

## 10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Se presenta la programación de las actividades a realizar para llevar a cabo la investigación.

**Figura 1. Cronograma de actividades**



Fuente: elaboración propia.



## 11. RECURSOS NECESARIOS

### Humanos

- Un ingeniero a cargo del proyecto
- Un ingeniero encargado de mantenimiento
- Dos técnicos de mantenimiento
- Proveedores de las llantas
- Un asesor del trabajo de investigación

### Tiempo

- El tiempo estimado de la investigación es de 9 meses iniciando en el mes de octubre de 2012 a finales de junio 2013.

### Físicos

- Equipo de computación
- Impresora
- Teléfono
- Papel Bond
- Lapiceros

### Servicios

- Internet
- Fotocopiado

- Impresión

Presupuesto

Tabla I. **Presupuesto**

<b>Categoría</b>	<b>Subtotal</b>
Asesor	Q.2500,00
Físicos	Q.500,00
Servicios	Q.500,00
Imprevistos	Q.250,00
<b>TOTAL</b>	<b>Q.3750,00</b>

Fuente: elaboración propia.

## 12. BIBLIOGRAFÍA

1. Castro, Manuel. (1997). Mantenimiento de maquinaria y equipos de construcción. Licenciatura en Ingeniería de construcción. México: Instituto Tecnológico de la construcción.
2. Cohn, Al (2011) Llantas de Base Ancha (Todo lo que necesitas saber). Texas, Estados Unidos.
3. Consejo de mantenimiento y tecnología de México TMC (2011), Ponencias de tecnologías para autotransporte Recuperado de: <http://www.tcmcMexico.com.mx/ponencias2011>.
4. Conway Inc. (2012), Mitos y hechos de las llantas de base ancha Recuperado de: <https://www.con-way.com/es/truckload/About-WideBaseTires>.
5. Fabela, Manuel de Jesús (2006). Proyecto NO. EE 12/05: Efectos de la llanta súper single X-ONE en los pavimentos. México.
6. Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2010), *Metodología de la investigación*, (5ta. Ed.). México: McGraw Hill.
7. Ingeniería de ventas Centroamérica y el Caribe. (2008). Economice combustible en camiones. Número 10, Año 2008. Costa Rica.

8. Males, Luz. (2007). Manual de diagnóstico de fallas de funcionamiento en maquinaria pesada de construcción civil. Ingeniero Mecánico. México: Escuela politécnica nacional.
9. Michelin (2012), XTA 2 Energy wide base Recuperado de: [http://www.espanol.michelintruck.com/michelintruck/tires-retreads/tireInfo.do?tread=XTA2%20ENERGY%20\(wb\)](http://www.espanol.michelintruck.com/michelintruck/tires-retreads/tireInfo.do?tread=XTA2%20ENERGY%20(wb)).
10. Ministerio de Energía y Minas de Guatemala (2012), Estadísticas de precios de combustibles Centroamérica 2003-2012 Recuperado de: <http://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2012/05/PRECIOS-CENTROAMERICA.pdf>.
11. Quiroa, Mónica. (2005). Contabilidad de costos aplicando costeo directo para empresas de transporte extraurbano. Contadora pública y Auditora. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
12. Ross & Associates Environmental Consulting, Ltd. (2007). Estrategia y recomendaciones para la reducción de emisiones de diesel en la frontera de México y Estados Unidos. México.
13. Sánchez, Mario. (1994). Determinación de costos de servicio de una empresa de transporte de carga terrestre. Contador y Auditor Público. Guatemala: Universidad de San Carlos.
14. Technology & Maintenance Council. (2011). Pruebas de Rendimientos en Llantas. México.

15. Technology & Maintenance Council. (2011). Resumen sobre neumáticos para flotillas comerciales. Volumen 3, Edición 9. México.
16. The Goodyear Tire & Rubber Company (2009), Leyendo el costado de una llanta Recuperado de: [http://www.goodyear.com.mx/tire\\_know/tire\\_learn/](http://www.goodyear.com.mx/tire_know/tire_learn/).
17. United States Environmental Protection Agency EPA (2012), About Smartway Recuperado de: <http://www.epa.gov/smartway/basic-info/index.htm>.
18. United States Environmental Protection Agency (2012), Low Rolling Resistance Tires A glance at clean Freight Strategies Recuperado de: <http://www.epa.gov/smartway/documents/partnership/trucks/partnership/techsheets-truck/EPA-420-F10-041.pdf>.
19. Vincentini, Vera. (2010). Experiencias de mitigación de emisiones de transporte en países en desarrollo. Argentina.
20. Yokohama Tire Corporation (2011), Llanta de base ancha y bajo perfil diseñada para soportar las tareas más difíciles en aplicaciones en carretera y todoterreno Recuperado de: <http://www.yokohamatire.com/mexico/my507a>.
21. Zamora, Jorge. (2005). Implementación de controles en las llantas de los equipos y cabezales en una empresa de transporte pesado para reducir sus costos de operación. Licenciatura en Ingeniería Industrial. Guatemala: Universidad de San Carlos.