



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

**IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLES EN LAS LLANTAS DE LOS
EQUIPOS Y CABEZALES EN UNA EMPRESA DE TRANSPORTE PESADO
PARA REDUCIR SUS COSTOS DE OPERACIÓN**

JORGE WILDERD ZAMORA ESCOBAR
Asesorado por Ing. Haroldo René Salguero Morales

Guatemala, octubre de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLES EN LAS LLANTAS DE LOS
EQUIPOS Y CABEZALES EN UNA EMPRESA DE TRANSPORTE PESADO
PARA REDUCIR SUS COSTOS DE OPERACIÓN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JORGE WILDERD ZAMORA ESCOBAR

Asesorado por Ing. Haroldo René Salguero Morales

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA , OCTUBRE DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NOMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Inga. Norma Ileana Sarmiento de Serrano
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
EXAMINADOR	Inga. Lenny Virginia Gaitán Rivera
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLES EN LA LLANTAS DE LOS EQUIPOS Y CABEZALES EN UNA EMPRESA DE TRANSPORTE PESADO, PARA REDUCIR SUS COSTOS DE OPERACIÓN,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 13 de Octubre de 2004.

Jorge Wilderd Zamora Escobar

DEDICATORIA

A:

Dios

Mi creador y guía espiritual.

Mis padres

Jorge Leonel Zamora Minchez
Zoila Graciela Escobar de Zamora
por su apoyo incondicional y esfuerzo

Mi esposa

Ileana Hernández de Zamora
por su apoyo y comprensión

Mis hijos

David Fernando Zamora Hernández
Jorge Antonio Zamora Hernández
Diego Alejandro Zamora Hernández
con todo mi amor y cariño

Mis hermanos

Glenda Sughey Zamora Escobar
Edson Orlando Zamora Escobar
que mi esfuerzo sea un ejemplo para ellos

Mis abuelos

Apolinaria Villagran de Escobar
Eulalio Escobar (Q.E.P.D)
Maria Elena de Zamora (Q.E.P.D)
Sadinoel Zamora (Q.E.P.D)
con mucho amor y cariño

Universidad de San Carlos de Guatemala

por los conocimientos y recuerdos recibidos

AGRADECIMIENTOS

A:

Ing. Haroldo René Salguero Morales
por el apoyo y el profesionalismo que me brindó
para la realización de este trabajo de graduación
gracias por todos sus consejos

Empresa Diseper, por brindarme la oportunidad de
realizar mi trabajo de graduación, dentro de sus
instalaciones, y por todo el apoyo recibido por cada
uno de los trabajadores de dicha empresa.

Al departamento de llantas de la empresa Diseper
en especial a los señores Manuel Valdez y Antonio
López, por aportar todos sus conocimientos para la
realización de este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. ANTECEDENTES Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.	
1.1 Antecedentes del proyecto.....	1
1.1.1 Descripción de la empresa.....	2
1.1.2 Recursos disponibles.....	2
1.2 Información general de las llantas.....	3
1.2.1 Tipos de construcción de llantas.....	4
1.2.2 Medidas de llantas.....	6
1.2.3 Bandas de rodamiento.....	12
1.2.4 Especificaciones de carga.....	15
1.3 Estudio de campo de la flota de vehículos.....	16
1.4 Análisis de los datos recopilados.....	18
1.5 Implantación de una base de datos.....	33
1.6 Identificación de necesidades inmediatas.....	40
2. INICIO DE CONTROLES E IDENTIFICACIÓN DE LOS NEUMÁTICOS	
2.1 Inversión inicial en llantas.....	47
2.2 Identificación de llantas.....	48
2.2.1 Marcado de llantas nuevas.....	49

2.2.2 Marcado de llantas rodando.....	50
2.2.3 Modificaciones en base de datos de llantas.....	51
2.3 Controles diarios en la flota de vehículos y bodega.....	52
2.3.1 Bodega de Stock	53
2.3.2 Movimientos en la flota.....	58
2.3.3 Implementación de semáforos.....	66
2.3.4 Calibrado de llantas.....	67
2.3.5 Reporte de daños y robo de llantas.....	71
3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
3.1 Revisión de aros.....	75
3.1.1 Revisión de seguros y arillos.....	76
3.1.2 Revisión de desgastes y daños.....	77
3.2 Reparación de llantas y tubos.....	78
3.2.1 Desarme correcto de llantas.....	78
3.2.2 Revisión de daños e incrustaciones.....	86
3.2.3 Reparación de llantas.....	86
3.2.4 Reparación de tubos.....	90
3.2.5 Supervisión de la reparación.....	92
3.2.6 Correcta armada de llantas.....	93
3.3 Revisión de herramienta	100
3.3.1 Marcador de llantas.....	101
3.3.2 Pistola de Impacto.....	102
3.3.3 Trickets.....	103
3.3.4 Piochas.....	103
3.3.5 Bufadoras.....	104
3.3.6 Mangueras y líneas de aire.....	105
3.3.7 Compresores.....	105
3.3.8 Kit de arme y desarme de llantas.....	106

3.4 Materiales de reparación.....	106
3.4.1 Diferente calidad del producto.....	107
3.4.2 Diferentes tipos de materiales.....	108
4. TECNOLOGÍA DE LAS LLANTAS	
4.1 Por medida de llanta.....	111
4.2 Profundidad de labor de la banda de rodamiento.....	115
4.3 Diseño de la banda de rodamiento.....	116
4.4 Pruebas de rendimiento.....	119
4.5 Determinación de Desgastes.....	121
5. DETERMINACIÓN DE COSTOS	
5.1 Llantas en Bodega.....	128
5.1.1 Llanta Nueva.....	129
5.1.2 Llanta Vitalizada.....	130
5.1.3 Llanta Desechada.....	131
5.2 Llantas rodando.....	133
5.2.1 Desgaste Normal.....	133
5.2.2 Desgaste Irregular.....	138
5.3 Identificación de Beneficios.....	140
5.3.1 Costos.....	140
5.3.2 Bodega.....	145
5.3.3 Vehículos de la flota.....	146
CONCLUSIONES.....	149
RECOMENDACIONES.....	151
BIBLIOGRAFÍA.....	153
ANEXOS.....	155

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Capas de una llanta tipo convencional	5
2	Capas de una llanta tipo radial	6
3	Principales dimensiones de la llanta	9
4	Llanta con banda direccional	13
5	Llanta con banda de tracción	14
6	Llanta con banda de doble servicio	14
7	Análisis del estado de las llantas	19
8	Comparación de tipos de construcción existentes	20
9	Comparación de tipos de llantas existentes	21
10	Condiciones encontradas en las unidades	22
11	Diseños de la banda de rodamiento	24
12	Profundidades de la banda de rodamiento	26
13	Rango de presiones encontradas	27
14	Tipos de equipos revisados	28
15	Marcas de llantas encontradas	30
16	Medidas de llantas encontradas en las unidades	32
17	Formato de la asignación de las llantas a las unidades	36
18	Llanta con baja presión de aire	68
19	Llanta con excesiva presión de aire	68
20	Llanta con presión de aire adecuada	69
21	Inicio del desarme de una llanta tipo radial	79
22	Golpes con piocha o martillo alrededor del aro	79
23	Golpe con piocha del otro lado del aro	80
24	Colocación del gavlán entre la pestaña y el aro	80
25	Empuje del gavlán para despegar el aro y la llanta	81
26	Colocación de la barra dentro del gavlán	81
27	Verificación de la colocación del gavlán en el aro	82

28	Despegue de la pestaña por medio del gavilán	82
29	Colocación de la espada de extracción de la llanta	83
30	Palanca a la espada hasta que suelte la pestaña	83
31	Finalización del desarme de la llanta radial	84
32	Lubricación del área de la pestaña y el aro	93
33	Colocación de la llanta en el aro	94
34	Inserción de la barra de montaje	94
35	Palanca hacia el frente a la barra de montaje	95
36	Colocación de la plancha de montaje en el aro	95
37	Colocación del sujetador de pestañas en el aro	96
38	Inserción de la plancha de montaje en el aro	96
39	Palanca hacia el frente a la barra de montaje	97
40	Correcta posición de los pies sobre la llanta	97
41	Extracción de la barra de montaje del aro	98
42	Extracción de la plancha de montaje del aro	98
43	Correcta alineación de las llantas	122
44	Diferentes inclinaciones del king pin	123
45	Angulo de inclinación de la llanta hacia fuera	124
46	Angulo de inclinación del king pin	125
47	Bufa de eje	155
48	Espárrago de bufa	155
49	Furgón de tres ejes	155
50	Cabezal ó tráiler	155
51	Palangana de tres ejes	156
52	Cabezal con araña y contenedor refrigerado	156
53	Plataforma de tres ejes	156
54	Pipa de tres ejes	156
55	Tablas de presión	157
56	Rendimiento vrs. Presión	158
57	Porcentaje de servicio de la presión	158

TABLAS

I	Ingreso de información de las llantas	35
II	Control de envío de llantas a reencauche	37
III	Ingreso de llantas a bodega ya reencauchadas	38
IV	Ingreso de llantas rechazadas a bodega	39
V	Identificación de necesidad de llantas de las unidades	42
VI	Información de la compra de llantas	43
VII	Llantas encontradas con desgaste	44
VIII	Seguimiento de llantas próximas a reencauche	45
IX	Ingreso de llanta nueva a bodega	53
X	Ingreso de llanta reencauchada a bodega	54
XI	Control de envío de llantas a reencauche	55
XII	Control de llantas malas que salen de bodega	56
XIII	Ingreso de llantas rechazadas a bodega	57
XIV	Ingreso de llantas nuevas a las unidades	60
XV	Ingreso de llantas reencauchadas a las unidades	61
XVI	Control de movimiento de llantas entre unidades	62
XVII	Control de rotación de llantas en las unidades	63
XVIII	Salida de llantas malas de las unidades y bodega	64
XIX	Control diario de la profundidad de la banda de rodamiento	66
XX	Boleta de solvencia de calibración de la unidad	70
XXI	Reporte de llantas dañadas en las unidades	72
XXII	Reporte de llantas robadas a las unidades	74
XXIII	Formato de control de rendimiento llanta nueva	113
XXIV	Control de rendimiento llantas nuevas	114
XXV	Control de rendimiento llanta reencauchada	117
XXVI	Control de rendimiento de diseño de banda	118
XXVII	Reporte de desgastes irregulares en las llantas	126

XXVIII	Datos para control de rendimiento de las llantas	129
XXIX	Datos para control de rendimiento llanta reencauchada	130
XXX	Datos para control de rendimiento llanta nueva	134
XXXI	Control de kilómetros recorridos	135
XXXII	Datos control rendimiento llanta reencauchada	137
XXXIII	Control de costo de las llantas nuevas	140
XXXIV	Control de costo de la llanta reencauchada	141
XXXV	Control de costo de las llantas malas	143
XXXVI	Análisis de costos de las llantas	144

GLOSARIO

APAREO	conocido también como gemelado ó dual, es el posicionamiento a la derecha ó izquierda en los ejes de una unidad, de un par de llantas que tienen la misma medida y diseño de banda.
ARILLO	es la pieza de los aros convencionales que ajusta el seguro y la pestaña de la llanta al aro.
ARO	es el componente del cabezal ó equipo en el cuál va montada ó instalada la llanta, y estos pueden ser de tipo abierto ó cerrado y existen varias medidas.
BUFA	es el componente del eje del cabezal ó equipo cuya función es sujetar la llanta y facilitar el rodado de esta, y es la parte en donde se concentra el esfuerzo de carga.
BUFADORA	herramienta utilizada en la reparación de llantas, para raspar el hule dejando una superficie áspera para colocar el parche correctamente.
CALIBRADOR	es un medidor de la presión interna de aire contenida en una llanta.
ESCARIADOR	herramienta utilizada en la reparación de llantas.

ESPÁRRAGO

es uno de los componentes de la bufa de un cabezal ó equipo, el cual es de metal y va roscado en uno de los extremos y es una de las partes que sujeta a la llanta.

GAVILÁN

herramienta utilizada para desarmar llantas que se inserta en el área comprendida entre el aro y la pestaña de la llanta.

HUBODÓMETRO

accesorio utilizado para medir el número de vueltas ó revoluciones que da una llanta en un cierto lapso de tiempo ó recorrido ya establecido y que nos brinda los datos para las pruebas de rendimiento.

MARCHAMO

es un elemento de metal ó plástico con un correlativo de numeración que ayuda a controlar los movimientos realizados en las llantas de cualquier equipo.

MINI COMBI

es un elemento de hule utilizado en la reparación de llantas cuando esta tiene daños en su estructura por incrustaciones ó cortes.

PESTAÑA

llamada también ceja ó talón, es la parte de la llanta que se adhiere al aro y es la que soporta toda la carga, por lo que es la parte más reforzada de la llanta.

PROFUNDÍMETRO	herramienta utilizada para medir la profundidad de la banda de rodamiento de una llanta, en 32 avos de pulgada.
PROTECTOR	es una banda de hule fabricada para proteger el tubo de la superficie interna del aro y que se utiliza en las llantas convencionales.
SACACENTRO	es la herramienta utilizada para apretar, colocar ó extraer el centro metálico de la válvula, el cuál puede ser de metal ó plástico.
SEGURO DEL ARO	es el componente del aro de tipo convencional que sirve para sujetar la llanta al aro y es quién permite que esta no se salga del aro, pero el cuál se debe utilizar con precaución.
SEMÁFORO	herramienta utilizada para llevar un control del estado de la profundidad de la banda de rodamiento de las llantas de una unidad, la cual se debe hacer a diario y es la que ayuda a planificar el cambio ó la sustitución de una llanta para reencauche.
SEPARADOR	es un cincho metálico utilizado al montar llantas de tipo convencional cuya función es mantener una distancia entre cada llanta para que no haya roce directo y evitar que sufran daños por fricción y calentamiento.

TUBO

es un contenedor de aire, el cuál es utilizado internamente en las llantas convencionales siendo este de hule natural ó sintético.

VÁLVULA

es el componente del aro por el cual ingresa el aire hacia la llanta ó el tubo, siendo una de sus funciones retener el aire contenido en esta.

RESUMEN

La mayor parte de las empresas de transporte carecen de un sistema de controles específicos en las llantas de la flota de vehículos y bodega, lo cuál se refleja en los altos costos de operación que tienen, debido a que desconocen, muchas veces, cómo minimizar los mismos, a través de la implementación de una serie de controles en cada una de las actividades que estén relacionadas, directamente, con el departamento de llantas, es por ello que el siguiente trabajo de graduación contiene los controles mínimos que se pueden aplicar para llegar a controlar cada uno de los movimientos que se hagan en las unidades y bodega, después de haber recopilado la información necesaria, a través de una inspección de flota, para crear, de esa manera, una base de datos, la cuál se pueda modificar cada vez que se realice algún movimiento, tomando en cuenta que ,primeramente, se da una breve explicación de lo que es una llanta, sus diferentes tipos de construcción, medidas, diseños de la banda de rodamiento y aplicaciones, para que se tenga una noción del tema, todo ello para llegar a reducir los costos de operación en lo que a llantas se refiere.

Las empresas de transporte deben ir buscando estrategias para poder competir y sobrevivir en el mercado, en el cuál, la competencia, cada día es más grande, por lo que deben tomar en cuenta cada uno de los elementos que elevan sus costos de operación, uno de ellos son las llantas, por lo que se tomó en cuenta esto, para proporcionar una de las formas de controlar mejor este costo y poder minimizarlo al aplicar los controles sugeridos en este trabajo de graduación.

OBJETIVOS

Objetivo general

Proporcionar a las empresas de transporte pesado, en general, los controles necesarios que deben implementarse en la administración de su departamento de llantas, para reducir sus costos de operación.

Objetivos específicos

1. Realizar un estudio de campo en la flota de cabezales y equipos de la empresa, para obtener la información de las llantas y crear una base de datos.
2. Analizar la información obtenida, para iniciar a implementar los controles administrativos del departamento de llantas, para determinar la inversión inicial.
3. Corregir apareo de diseños y medidas en las llantas de los equipos y cabezales, para realizar pruebas de rendimiento y determinar el costo por kilómetro de cada uno de los diseños y tipos de llantas, para identificar cuál es el más rentable.
4. Determinar las principales causas, por las cuáles se incrementan los costos de operación, y la forma de cómo corregirlas, para obtener los resultados deseados.

5. Establecer un programa de mantenimiento preventivo en la herramienta utilizada en el proceso de arme y desarme de llantas, para maximizar su vida útil.

6. Establecer para cada uno de los diferentes tipos de trabajo, el diseño adecuado acorde a las características de la ruta, para maximizar el rendimiento de las llantas a través de una correcta aplicación.

7. Controlar cada uno de los movimientos que se hagan en las llantas de los vehículos de la flota y en bodega, evitando así cualquier tipo de anomalía, que descontrola nuestra operación y los costos del departamento.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación, IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLES EN LAS LLANTAS DE LOS EQUIPOS Y CABEZALES EN UNA EMPRESA DE TRANSPORTE PESADO, PARA REDUCIR SUS COSTOS DE OPERACIÓN, fue elaborado con el propósito de que la persona encargada del departamento de llantas, jefe de tránsito, jefe de taller ó cualquier persona conozca cada uno de los controles administrativos que se pueden aplicar en las llantas de la flota de vehículos, para reducir los costos de operación.

Este trabajo de graduación da al lector toda la información general respecto de llantas y le sirve de guía para empezar a aplicar los controles en las llantas de los equipos y cabezales de la flota, para reducir sus costos de operación, aprendiendo a calcular el costo por kilómetro de la llanta nueva y vitalizada, además, analizará los datos obtenidos en el estudio de campo, identificando las necesidades requeridas, para mantener a la flota en óptimas condiciones de operación.

Consta de cinco capítulos, en el primero se desarrolló el estudio de campo de la flota, para recopilar la mayor cantidad de información de las llantas, en el segundo se inició a implementar los controles, en el tercero se da la propuesta de un mantenimiento preventivo, en el cuarto se dan todos los aspectos técnicos y tecnológicos de las llantas y en el último se establecen los costos y beneficios obtenidos.

ANTECEDENTES Y RECOPIACIÓN DE INFORMACION

1.1 Antecedentes del proyecto

Se tomó en cuenta que al iniciar el presente trabajo de graduación, esta empresa al igual que muchas otras de transporte pesado, carecía de controles en las llantas de sus equipos y cabezales, por lo que no existía ningún tipo de información que le ayudara al jefe de tráfico de la flota y al gerente del taller, al momento de requerir alguna llanta, la medida, diseño, tipo de aro y unidad a la que estaba asignada una llanta específica, para realizar el cambio ó rescate en carretera, es por ello que se tomó la decisión de llevar a cabo este proyecto, con el fin de facilitarle esta información a todas las personas que están directamente relacionadas con el departamento de llantas, ya que se estaba trabajando de forma desordenada y sin ningún tipo de información. Para esto era necesario llegar a controlar todos los movimientos de llantas que se realizaban en los equipos y cabezales de la flota, así como en la bodega, creando una base de datos para iniciar a recopilar todos los datos necesarios requeridos. Además de implementar dichos controles, se vio la necesidad de establecer un programa de mantenimiento preventivo en la herramienta, que se utiliza en cada una de las etapas del proceso de arme y desarme de llantas, ya que al no existir uno, se desconoce muchas causas que indirectamente afecta a nuestros costos de operación, y dañan en si la estructura de las llantas.

1.1.1 Descripción de la empresa

DISEPER, es una empresa de transporte pesado cuya actividad principal es la de transportar todo tipo de mercadería, que el cliente requiera. Con un respaldo en el mercado, de más de 30 años de operación, ofrece diferentes tipos de servicios de transportación, como contenedores refrigerados, plataformas, lowboys , montacargas, etc. Como toda empresa de transporte tiene que competir en el mercado, con las tarifas, tomando en cuenta el tiempo de entrega de la mercadería, impuestos en fronteras y calidad del servicio prestado.

Es por estas razones que se tomó la decisión de analizar cada uno de los aspectos en los cuales se podía presentar un tiempo de retraso ó demora, en la entrega de la mercadería a su destino, según requerimiento del cliente, entre las que esta el problema de exceso de llantas estalladas en carretera, la demora en llevar una llanta para levantar al cabezal ó equipo, debido a que se carece de una base de datos y de un seguimiento, para obtener de una manera más fácil, toda la información de la llanta, lo cuál afecta directamente al tiempo de entrega de la mercadería.

1.1.2 Recursos disponibles

Para poder cumplir con los requisitos mínimos que el mismo mercado le exigen a las empresas de transporte pesado, debido a la competencia existente entre cada una de dichas empresas, DISEPER cuenta con los recursos físicos, humanos, financieros suficientes, para competir con otras empresas a nivel nacional, así como internacional, ya que además de transportar mercadería en toda la república, extiende su cobertura a Estados Unidos, México y toda Centroamérica.

1.2 Información general de las 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.

El hule puede ser natural que es el que se extrae directamente del árbol, ó 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.

Las fibras se utilizan cuando son llantas convencionales por ser este el principal compuesto de sus capas ó 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.

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 ó pestaña.

La banda de rodamiento es la parte de la llanta, que entra en contacto con la superficie ó 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 ó 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 reciba el mayor peso de la carga.

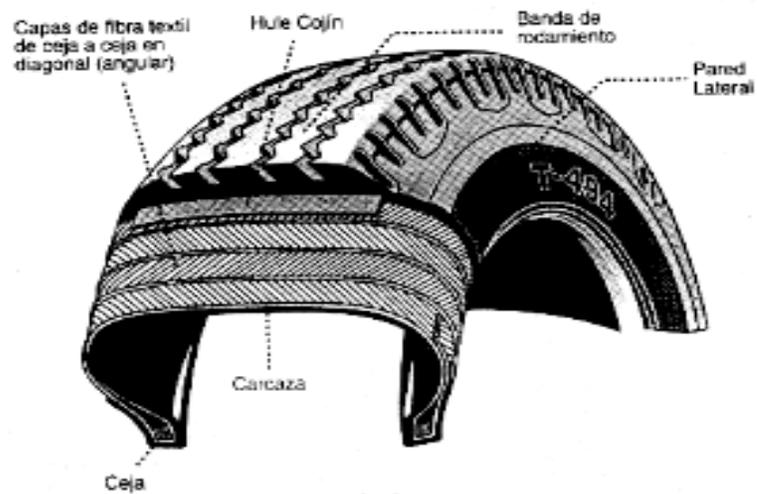
1.2.1 Tipos de construcción de llantas

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.

1.2.1.1 Convencional o angular

Este tipo de construcción 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 ó 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.

FIGURA 1. Capas de una llanta tipo convencional

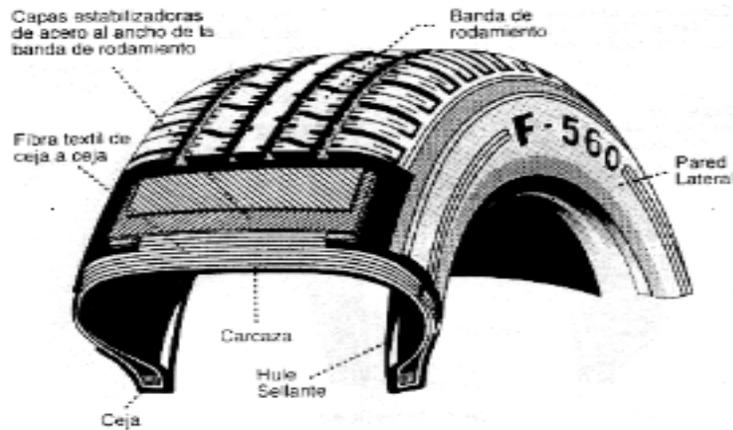


1.2.1.2 Radial

Este tipo de construcción es la que el casco está compuesto por cuerdas de acero ó textiles, de ceja a ceja, utilizando primero una banda estabilizadora, compuesta por cuerdas en dirección diagonal, una segunda banda estabilizadora, compuesta por cuerdas en dirección diagonal, en dirección opuesta a la primera, dándole fuerza y estabilidad al cuerpo de la misma, con lo cuál entre el 80% y el 90% de su estructura es de acero. Además es necesario ponerle una capa de hule sellante, para no dejar escapar con facilidad el aire contenido, al momento de un pinchazo.

Son muchos los beneficios al utilizar este tipo de llantas, ya que proporcionan un mayor agarre y estabilidad, mejor desgaste por temperatura, menor consumo de combustible, menor costo kilométrico, mayor rendimiento y más seguridad.

FIGURA 2. Capas de una llanta de tipo radial



1.2.2 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.

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 que tipo de llanta se debe comprar al momento que se requiera su cambio.

1.2.2.1 Dimensiones de la llanta

Estas dimensiones han sido establecidas con la llanta inflada, a la presión recomendada, sin carga y en el aro especificado.

1) Diámetro exterior

Es la altura total de la llanta medida desde el suelo, hasta la parte más alta de la banda de rodamiento, estando esta montada en su aro respectivo.

2) Diámetro del aro

Es la altura total del aro de la llanta, estando especificado cada uno, para cada medida de llanta, ó sea la distancia de un lado al otro de la ceja.

3) Ancho del aro

Es el ancho del aro recomendado, para cada medida de llanta, siendo esta la medida de extremo a extremo de este. Es muy importante tomar en cuenta este ancho, ya que de este dependerá, que se instale una medida de llanta en un aro de ancho adecuado, para evitar que se despegue con facilidad la ceja de la llanta, se salga del aro y provoque un accidente.

4) Ancho de sección

Es la distancia que existe de la parte exterior de un costado, a la parte exterior del otro costado de la llanta, ó sea la distancia entre cada pared lateral de la misma.

5) Altura de sección

Es la distancia que hay entre la base del aro, pestaña y la altura máxima de la llanta, ó sea hasta la parte más alta de la banda de rodamiento.

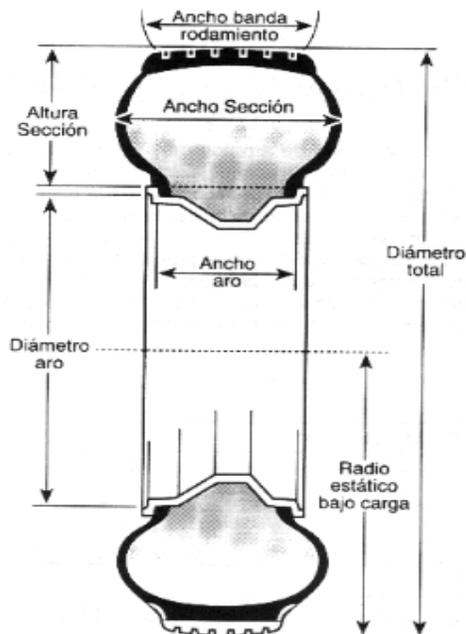
6) Radio estático bajo carga

Es la distancia entre la superficie del suelo y el centro del eje bajo condiciones de carga.

7) Ancho de la banda de rodamiento

Es el ancho real de la banda de rodamiento, que va de extremo a extremo de la misma, siendo este ancho menor al ancho de la sección de la llanta.

FIGURA 3. Principales dimensiones de la llanta



1.2.2.2 Nomenclatura

La nomenclatura de una llanta debe considerarse como una definición básica de las dimensiones de una llanta, y esta nos ayuda a comprender cada una de las diferentes medidas de llantas existentes, para ello hay que tomar en cuenta cada uno de los sistemas existentes, por lo que a continuación encontrara una breve descripción de estos y un ejemplo.

Para ello hay que tomar en cuenta la serie ó perfil es la relación que existe entre la altura de sección, con respecto al ancho de sección de una llanta armada, con la presión de aire recomendada. Por ejemplo una llanta 295/75R22.5 indica que tiene el 75% de altura de sección, respecto al ancho de sección, ó sea de 295 mm.

Sistema numérico: está constituido por tres elementos fundamentales, el ancho de sección, el guión si es convencional ó la R si es radial y el diámetro del aro. Por ejemplo: 1000-20, significa que tiene 10 de ancho de sección en pulgadas, el guión que es de tipo convencional y el 20 es el diámetro del aro en pulgadas.

Sistema métrico: este sistema es una conversión del sistema numérico, de pulgadas a milímetros como base, en el ancho de sección, además que incluye letras en la designación de sus medidas y mantiene la utilización de pulgadas en el diámetro del aro. Por ejemplo: 275/80R24.5, significa que tiene 275 milímetros de ancho de sección, perfil ó serie 80, la R es de tipo radial y el 24.5 es el diámetro del aro en pulgadas.

Sistema P-métrico: este sistema es el más utilizado por los fabricantes de llantas norteamericanos, aporta información relativa al tipo de vehículo en que la llanta deberá ser utilizada y el primer elemento de la medida es una ó varias letras P para designar automóviles de pasajeros ó LT si es un vehículo de carga liviana. Por ejemplo: P175/70R13 y LT235/75R15 en donde lo único que cambia es que la primera es para un vehículo de pasajeros, passenger, y la segunda es para un vehículo de carga liviana, light truck, según siglas americanas.

Sistema de flotación: este sistema aporta la información directamente del diámetro total de la llanta, así como el ancho total de la misma en pulgadas y es más utilizado en vehículos de doble tracción y similares. Por ejemplo: si se tiene una llanta 30 x 9.50 R15 el 30 representa el diámetro total de la llanta en pulgadas, el 9.50 el ancho de sección en pulgadas, R que es radial y 15 el diámetro del aro en pulgadas.

1.2.2.3 Especificaciones del fabricante

Toda llanta trae en una de las paredes laterales de su estructura, toda la información que el fabricante brinda, a la persona que vende y compra sus llantas, es por ello que es muy importante saber interpretar cada parte de dicha información. Todas traen la medida de la llanta 1000-20, marca del fabricante X1, el número de capas ya sea de nylon ó de acero en la corona de la llanta, Tread 5 Ply Steel, el número de capas en las paredes laterales de la llanta, Side Wall 8 Ply Nylon, la carga máxima que puede soportar la llanta y la presión de aire sin estar apareada, Single 6,610 lbs, At 120 Psi Cold, la carga máxima y la presión de aire estando apareada la llanta, Dual 5,800 lbs, At 110 Psi Cold , si es de tubo, Tube type ó tubular , Tubeless, el índice de carga por número de capas de la estructura de la llanta, que va de dos en dos hasta 20, asignándole una respectiva letra del abecedario, por ejemplo la letra H representa 16 y la G 14, y así respectivamente, el DOT que es el número de serie de la llanta que indica donde y cuando fue producida la llanta, además de ser un requisito de estándar de calidad del producto a nivel mundial, por ejemplo se tiene DOT WB J6T8C 46 98 en donde WB es el código de la marca ,X1, del país en donde se manufacturó, el J6T8C es una información codificada de la planta, lo más importante para nosotros el 46, que es la semana de producción y el 98 que es el año de producción y por último el país de origen.

1.2.3 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.

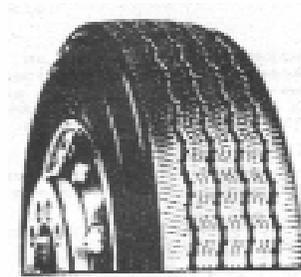
Para la selección correcta de una banda de rodamiento de una llanta se debe considerar lo siguiente: el tipo de servicio, el recorrido, la medida del aro, y la capacidad correcta de carga. Los fabricantes de llantas determinan la capacidad de carga de una llanta, acorde a su medida, a una presión de aire específica y en una determinada posición en el cabezal ó 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 cuál se recomienda consultar con un asesor de servicio, antes de comprar las llantas para sus cabezales y equipos, ó 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.

1.2.3.1 Diseño direccional

Este tipo de diseño de banda de rodamiento se pueden montar y utilizar en todas las posiciones, excepto cuando se indique lo contrario, ya que a través de pruebas, se ha demostrado que este tipo de llantas, alcanzan un mayor rendimiento cuando se montan en los ejes direccionales ó libres, y tienen un rendimiento óptimo si se utilizan en servicio dentro de carretera;

por su volumen es más liviana y es la que menos calor genera en servicio. El diseño de esta banda de rodamiento ofrece excelente maniobrabilidad y baja resistencia al rodado.

FIGURA 4. Llanta con banda direccional



1.2.3.2 Diseño traccional

Este tipo de diseño de banda de rodamiento es para servicio en ejes de tracción, adecuado para operaciones dentro y fuera de carretera, ya que tiene mayor resistencia al desgaste y mejor rendimiento en trabajos en donde se requiere de alta tracción y se obtiene un mayor kilometraje en los ejes de tracción que el diseño direccional, ya que la banda es más gruesa y plana.

FIGURA 5. Llanta con banda de tracción



1.2.3.3 Diseño doble servicio

Este tipo de diseño de banda de rodamiento es una mezcla de las bandas direccionales y de tracción, puesta conjuntamente en una sola banda, dándole mayor agarre y maniobrabilidad a los ejes, obteniendo un mayor kilometraje en los dos ejes traseros del cabezal, recomendado para servicio dentro y fuera de carretera, en donde el terreno tiene malas condiciones y la superficie es de terracería, accidentada y otros tipos de condiciones de trabajo que pueden causar un desgaste acelerado y en donde el riesgo de daño a la estructura de la llanta es constante.

FIGURA 6. Llanta con banda de doble servicio



1.2.4 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.

1) Rango de capas o Ply Rating: es un término utilizado para denominar el número equivalente de capas reales en una llanta usando como referencia las capas de algodón, dicha capacidad determina la fortaleza de la carcasa y bajo este sistema, la capacidad de carga de una llanta se establece en múltiplos de dos.

2) Capacidad de carga o Load Range: este término es un método utilizado para establecer las capacidades de carga, que reemplaza los números del ply rating, por letras cuya interpretación es básicamente la misma.

3) Índice de carga o Load Index: este término fue creado para indicar la capacidad máxima de carga de una llanta a su presión de inflado máxima.

4) Índice de velocidad o Speed Index: este término indica la velocidad a la que la llanta es capaz de transportar la carga establecida por su índice de carga y en las condiciones de servicio para las cuáles fue diseñada.

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 expuestos a un índice mayor de accidentes.

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.

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.

1.3 Estudio de campo de la flota de vehículos

Dicho estudio es muy importante hacerlo periódicamente, para determinar en que situación están las llantas de los cabezales y equipos de toda la flota, recomendable sería hacerlo por lo menos unas 4 veces al año, tomando en cuenta el número de vehículos aproximado, para tener un panorama del total de la flota, por el tiempo de 30 días que dura el estudio, el cuál lo puede hacer el personal de la empresa, ó lo puede hacer la empresa que nos provee de llantas nuevas y reencauche.

En este estudio lo que se hace es inspeccionar cada vehículo de la flota, para chequear presiones, llantas listas para reencauche, llantas próximas para reencauche, llantas malas por diferentes causas y llantas buenas.

Tomando en cuenta que las llantas listas para reencauche son todas las que se encuentren con una profundidad de labor entre 0/32 y 4/32, para lo cual se utiliza un profundímetro, las llantas próximas a reencauche son todas aquellas que se encuentren entre 5/32 y 8/32, las llantas malas son todas las llantas que tengan desgastes irregulares severos y todo tipo de daño en su estructura, siendo convenientes su cambio y llantas buenas son todas las que están con mas de 9/32 de profundidad de labor.

A parte de todo lo anterior, este estudio nos da toda la información que necesitamos conocer, en porcentajes por ejemplo de llantas radiales y convencionales, de llantas nuevas y reencauchadas, desgastes irregulares, malos apareos, llantas por marcas, medidas, diseños, profundidad de labor y de vehículos revisados según sea su estructura.

El estudio de campo de la flota toma un período de 30 días para llevarlo a cabo, para tratar de revisar y cubrir el 100% de cabezales y equipos, obteniendo datos más reales. Para tener una mejor noción al respecto, se utilizan gráficas y tablas que nos faciliten el trabajo y la comprensión de los datos obtenidos y poder llevar a cabo un análisis de los mismos. A continuación se presenta un resumen de los datos obtenidos en dicho estudio de campo.

1.4 Análisis de los datos recopilados

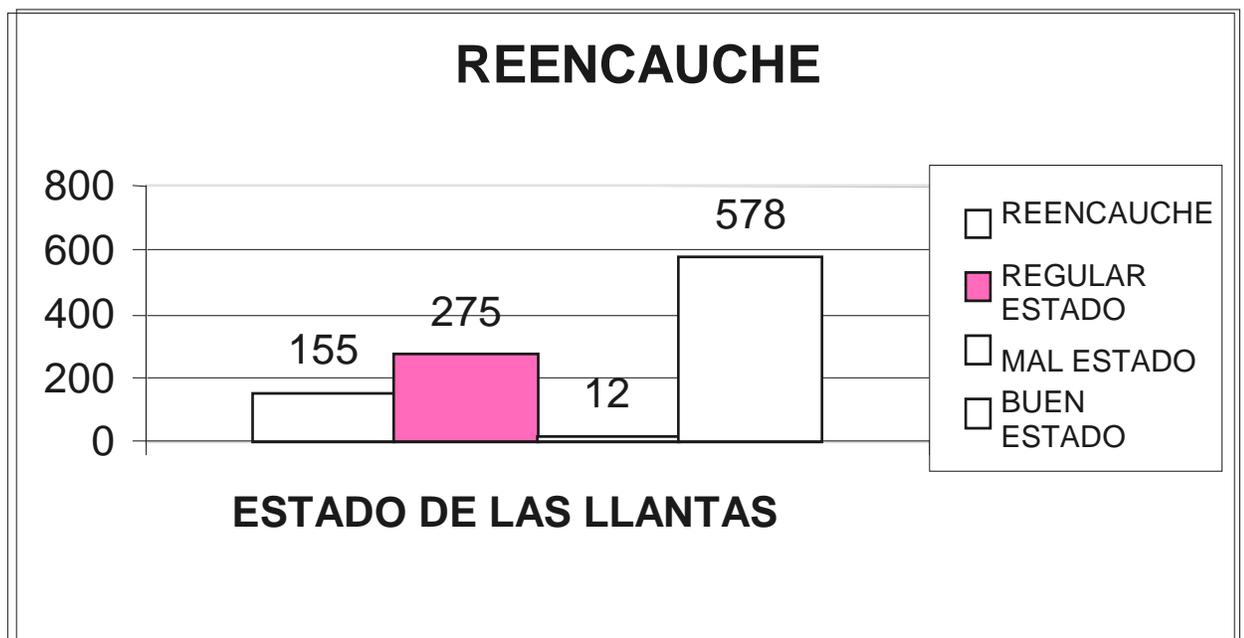
Es importante realizar dicho análisis para determinar y corregir desgastes irregulares y malos apareos por medida de llanta ó diseño en los cabezales y equipos de la flota, además de cambios inmediatos de llantas para reencauche y llantas malas, aparte de darle seguimiento a las llantas que están próximas para reencauche a través de un buen plan de trabajo para las mismas. Se tiene que hacer un análisis por cada una de las gráficas que se obtengan de los datos obtenidos en el estudio de flota, para poder sacar conclusiones al respecto y tomar las medidas necesarias, corrigiendo así cualquier anomalía que nos impida operar los cabezales y equipos de manera óptima.

Figura No.7 Análisis del estado de las llantas

DISEPER

REENCAUCHE

REENCAUCHE	REGULAR ESTADO	MAL ESTADO	BUEN ESTADO	TOTAL
155	275	12	578	1020



1.4.1 Análisis gráfica de reencauche

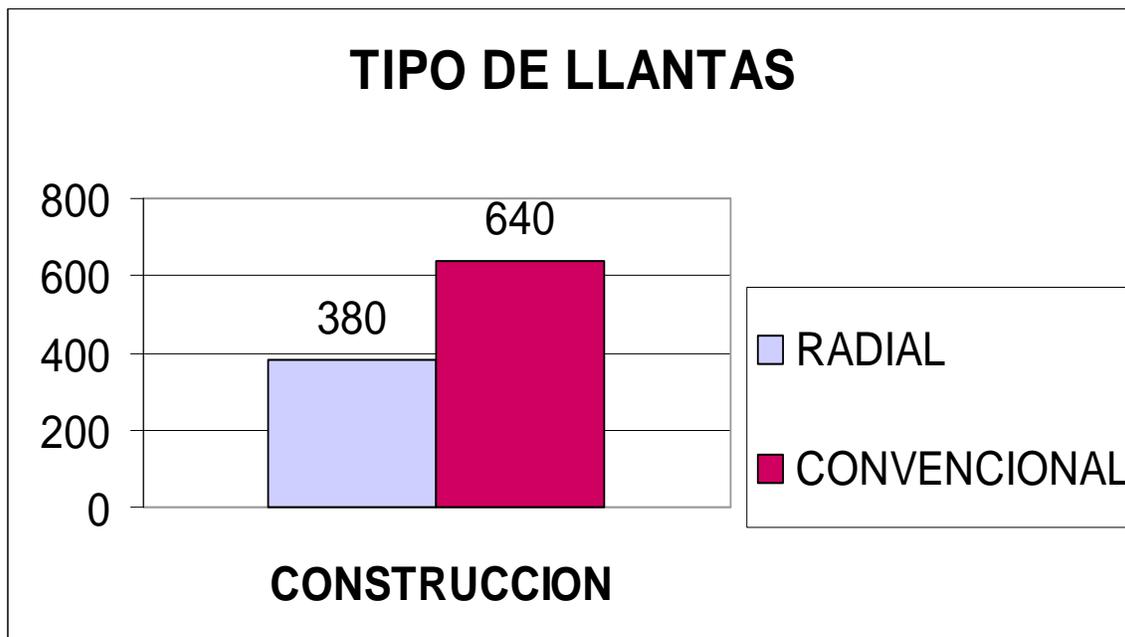
Como se puede observar en la gráfica, de un total de 1020 llantas inspeccionadas, se tiene que hay 578 llantas en buenas condiciones de operación que representa el 56.67% de las mismas, 275 que están próximas para reencauche siendo el 26.96%, listas para reencauche 155 llantas que son el 15.19% y 12 llantas malas que representan el 1.18%.

De dichos resultados se puede ver que se tiene que hacer un plan de trabajo y de seguimiento para las unidades en las cuáles están instaladas las llantas que están próximas para reencauche, para evitar que los cascotes se dañen y se pierdan por no hacer los cambios al momento de ser requeridos, al llegar al límite de la tolerancia de 3/32 de profundidad de la banda de rodadura; también hay que realizar los cambios de las 155 llantas que ya están listas para reencauche para evitar las mismas consecuencias y cambiar las 12 llantas malas para evitar que estallen en carretera y dejar el equipo parado, é incurrir en gastos innecesarios de combustible y tiempo al llevar la llanta buena hacia el lugar donde este se encuentre.

Figura No.8 Comparación de tipos de construcción existentes

LLANTA RADIAL VRS. LLANTA CONVENCIONAL

RADIAL	CONVENCIONAL
380	640



1.4.2 Análisis gráfica radial vrs convencional

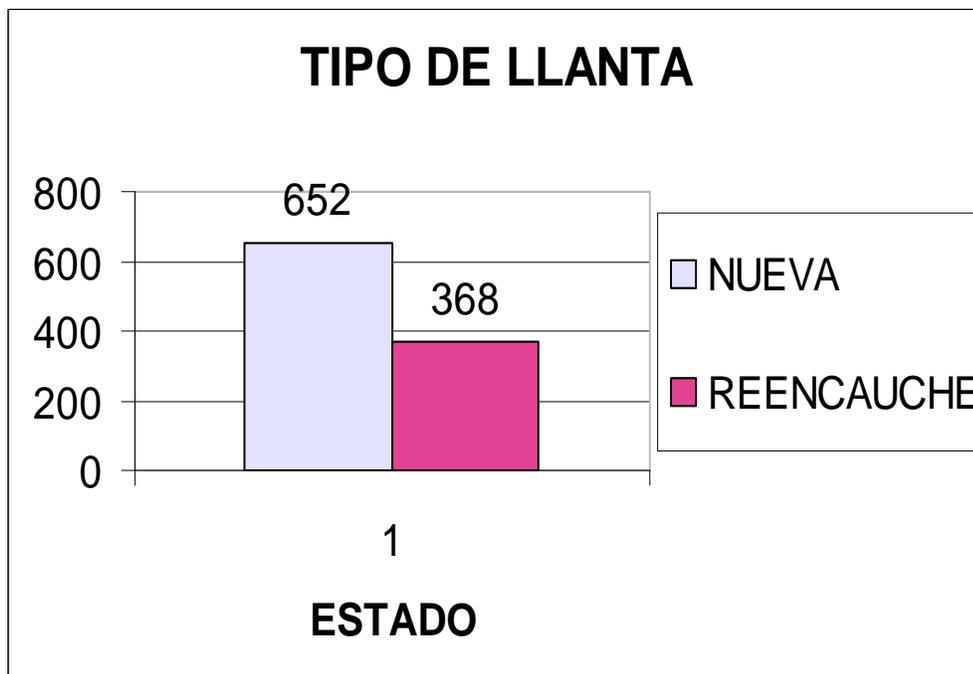
Se puede observar que se tienen 380 llantas radiales que representan el 37.25 % de las llantas revisadas, su mayoría instaladas en los cabezales y una que otra en algún equipo. Con 640 llantas convencionales que representan el 62.75%, es la mayoría de las llantas revisadas, ya que por lo regular los equipos son más respecto a los cabezales y además que es preferible que estos tengan llanta liviana como la convencional, para obtener un mejor desplazamiento, y menos resistencia al rodado por ser estos equipos de arrastre, pero en donde va concentrado el 60 % de la carga de la mercadería transportada.

Figura No. 9 Comparación de tipo de llantas existentes

DISEPER

LLANTA NUEVA VRS. LLANTA REENCAUCHADA

NUEVA	REENCAUCHE
652	368



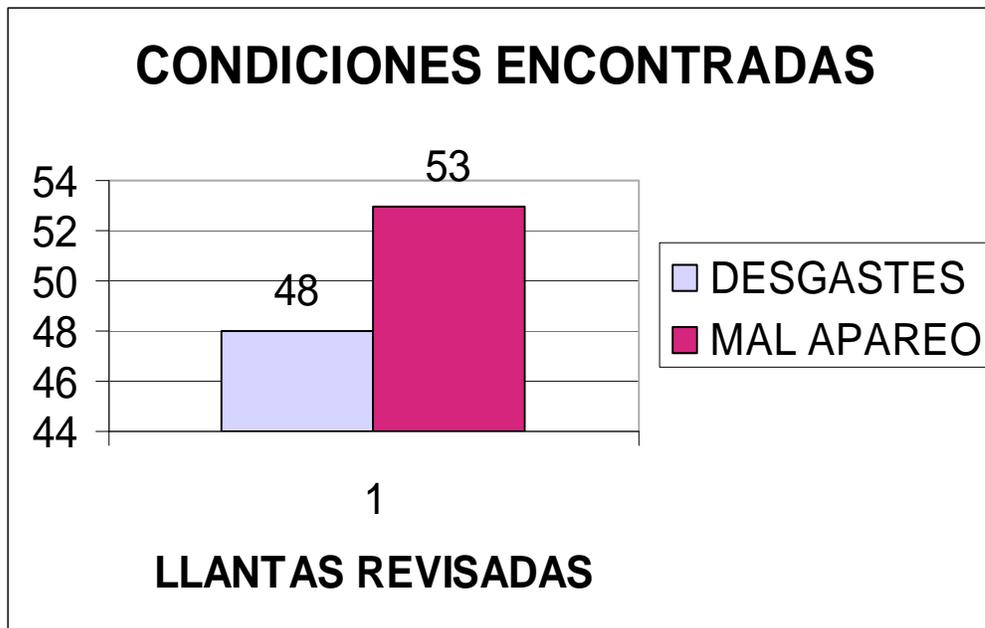
1.4.3 Análisis gráfica nuevas vrs reencauche

Según los resultados obtenidos de la gráfica se tiene más llanta nueva que llanta reencauchada, ya que hay 652 llantas nuevas que representan el 63.92% y 368 llantas reencauchadas que son el 36.08% de las llantas revisadas, esto en parte es bueno, porque se tiene la certeza de tener llanta garantizada rodando en los cabezales y equipos de la flota, pero al momento de hacer los cambios requiere de una mayor inversión de capital, si se sigue comprando solo este tipo de llantas, y no se esta reencauchando, ya que lo ideal sería que se tuviera más llanta reencauchada, por lo menos con un 70% del total de llantas de la flota, para reducir costos, por lo que se tiene que tomar en cuenta este aspecto, ya que se tiene que hacer un buen plan de trabajo, para poderlo llevar a cabo.

Figura No. 10 Condiciones encontradas en las unidades

CONDICIONES ENCONTRADAS

DESGASTES	MALOS APAREOS
48	53



1.4.4 Análisis gráfica de condiciones encontradas

Como se podrá ver en la gráfica se tienen 48 llantas con desgaste irregular que representan el 4.7% y 53 malos apareos que son el 5.2% del total de llantas revisadas. Del total de llantas con desgaste irregular la mayoría son llantas delanteras que presentan desgastes acelerados por mala alineación, mala convergencia y por defectos mecánicos en el tren delantero, para lo cuál hay que hacer un reporte de esto al jefe de taller para que revise los cabezales que tienen dichas llantas, y evitar que sigan dañando la llanta. Es importante que se tome en cuenta que no se debe cambiar ninguna llanta, si no se ha corregido el defecto mecánico, ya que si no la llanta nueva va a sufrir el mismo daño que la llanta anterior y vamos a minimizar la vida útil y costo kilométrico de la misma. A parte se encontró unas llantas con desgaste producido por mala alineación de los ejes de un equipo de arrastre, además de que tenía un resortaje vencido, tenía malos los hules de las barras tensoras y posiblemente unos cojinetes malos de la bufa, por todo esto es importante que se tenga una buena comunicación con el taller de servicio, para reportar cualquier defecto mecánico que pueda tener algún cabezal ó equipo de la flota, ya que las llantas nos reflejan los mismos.

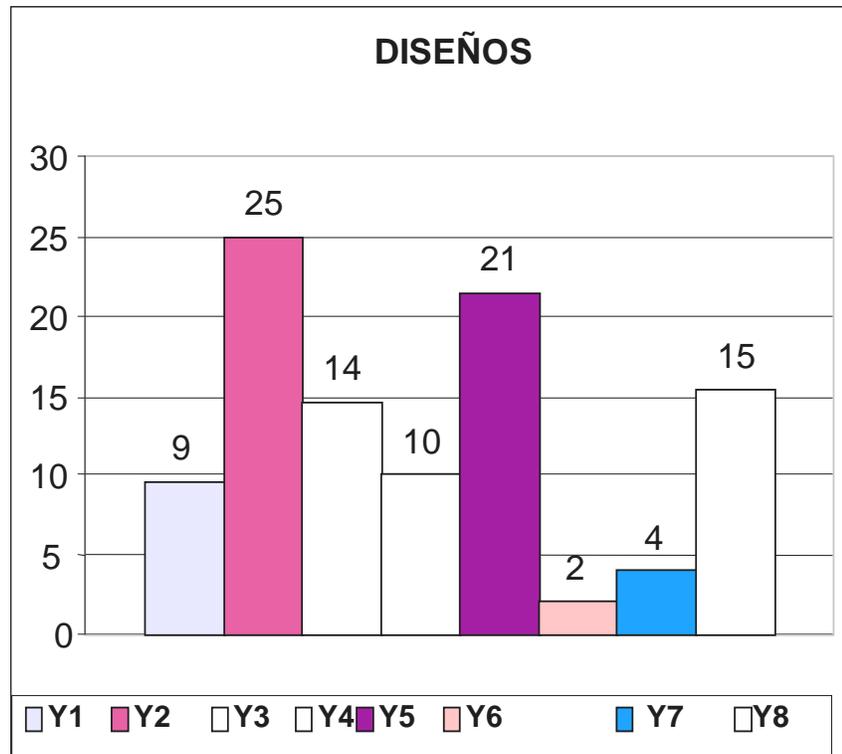
Además, es importante corregir los malos apareos que se encuentren, ya que la mayoría son por diferentes tipos de banda de rodamiento, diseños, y otras veces es por la medida de las llantas, ya que lo ideal es tener los cabezales y equipos de la flota, con una sola medida de llanta y un mismo diseño, por lo que al momento de reencauchar, hay que unificar las bandas de rodamiento, para evitar que cada una nos reencauchen con la banda que sea y se tenga un sin fin de diseños, lo cual no trae ningún beneficio ya que cada tipo de banda tiene una aplicación y rendimiento diferente.

Figura No.11 Diseños de la banda de rodamiento

DISEPER

DISEÑOS BANDA

Y1	96
Y2	250
Y3	146
Y4	100
Y5	215
Y6	20
Y7	40
Y8	153



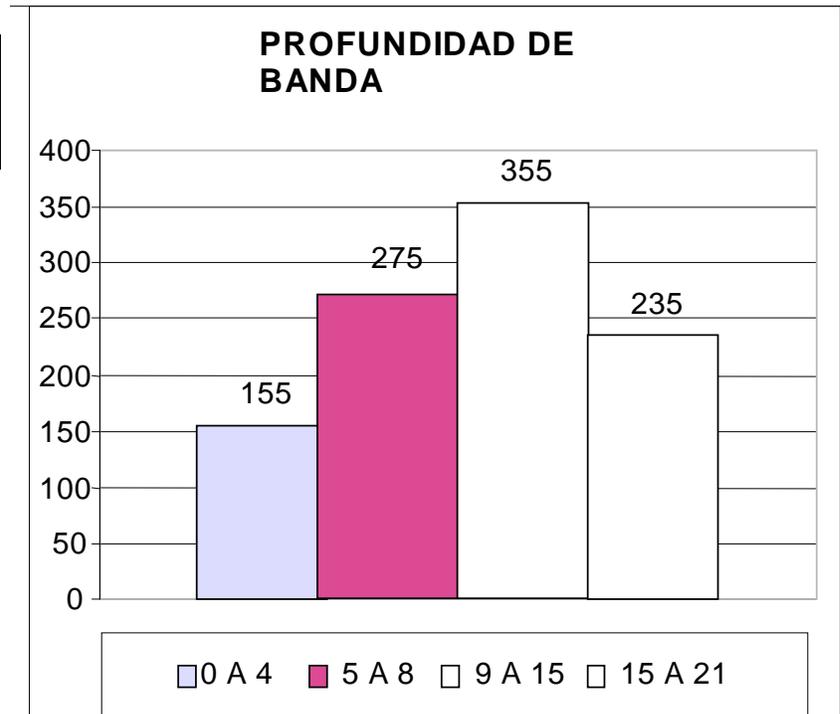
1.4.5 Análisis gráfica de diseños

Como se puede observar en la gráfica, hay diversidad de diseños en las llantas revisadas, esto es debido a la diversidad de tipos de marca encontrados, y al poco conocimiento de lo que esto ocasiona, ya que cuesta unificar un solo tipo de banda, según sea la aplicación requerida, acorde a las características del terreno en que las llantas van a rodar. Ya que las bandas Y1, Y2, Y3, Y4 y Y5 corresponden a bandas de rodamiento de llantas nuevas, que son la mayoría de las llantas encontradas en los cabezales y equipos de la flota, las mismas tienen aplicaciones diferentes ya que las Y1 tienen mejor rendimiento en el eje delantero de los cabezales, de acuerdo a las características de este tipo de llanta, mientras que todas las demás son para equipos de arrastre ó sea eje libre, y por lo regular son llantas convencional, mientras que la Y1 es radial. Además se puede observar que del total de las llantas el diseño Y2 es la que tiene mayor presencia, ya que son 250 llantas que representan el 24.5% y las cuales están instaladas en los equipos de arrastre, por ser convencionales y tener aplicación para ejes libres. En reencauche para ejes libres se tiene la banda Y8 con la mayor cantidad de llantas, con 153 para un 15% y en la llanta radial reencauchada se tiene la banda Y4 con 100 llantas que representan el 9.7%. Lo ideal para la flota sería seguir con la Y1 en el eje delantero, banda Y4 en los ejes de tracción del cabezal y Y5 en los equipos de arrastre, siempre teniendo en cuenta una segunda opción, por la escasez que alguna vez pueda tener alguna de estas bandas, pero tomando en cuenta que se tiene que aparear por lo menos dos llantas del mismo diseño, y no una y una de cada tipo.

Figura No. 12 Profundidades de la banda de rodamiento

PROFUNDIDADES EN 32 AVOS

DE 0 A 4	155
DE 5 A 8	275
DE 9 A 15	355
DE 15 A 21	235

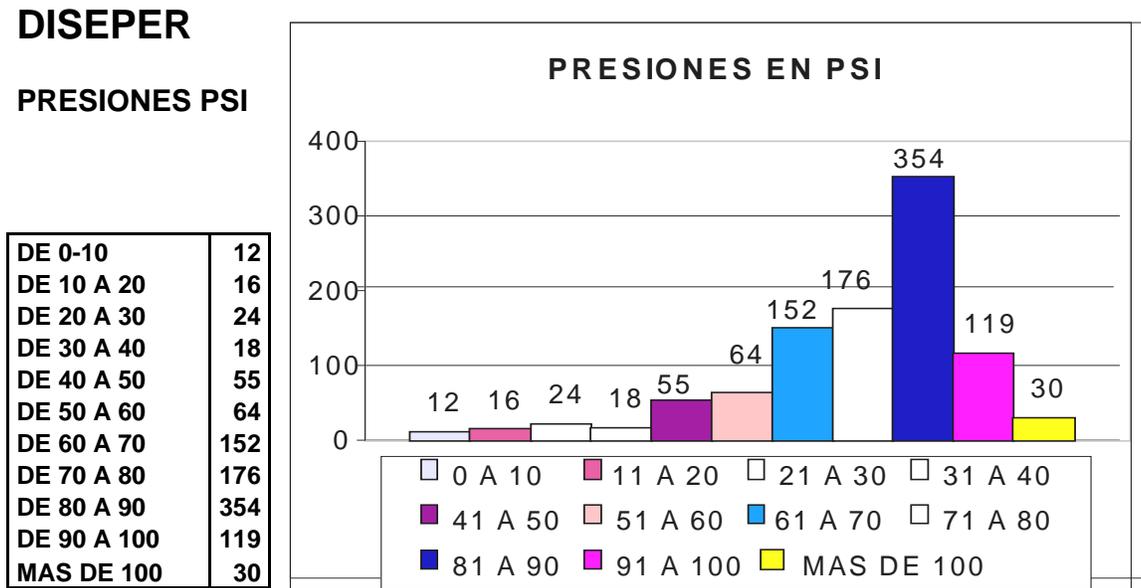


1.4.6 Análisis gráfica de profundidades

Como podemos ver esta gráfica se comporta similar a la de reencauche, ya que basándose en la profundidad de la banda de rodamiento, se sacan los datos de ambas.

Debido a que se tiene 155 llantas que se encuentran de 0 a 4/32 que representan el 15.2%, las cuáles ya están listas para enviarlas a reencauchar, 275 llantas entre 5 a 8/32 que son el 27% las cuáles están próximas para reencauche y a las cuáles hay que darles seguimiento, para evitar que se dañen, 590 llantas que representan el 57.8% de las llantas revisadas, ó sea que en términos generales, la flota se encuentra con buenas llantas, para trabajar en óptimas condiciones de operación, pero que requiere de un buen plan de trabajo, en el cuál se implementen los controles necesarios para darle seguimiento a cada una de las llantas y planificar cuando se tiene que cambiar una llanta acorde al límite de tolerancia de 3/32 de profundidad de la banda de rodamiento. A partir de aquí es donde se toma en cuenta el hecho de que se tienen que hacer estudios de la flota, en forma periódica para evitar que se dañen los cascotes de las llantas y sacarlas a tiempo a reencauchar, y prolonguemos la vida útil de la llanta.

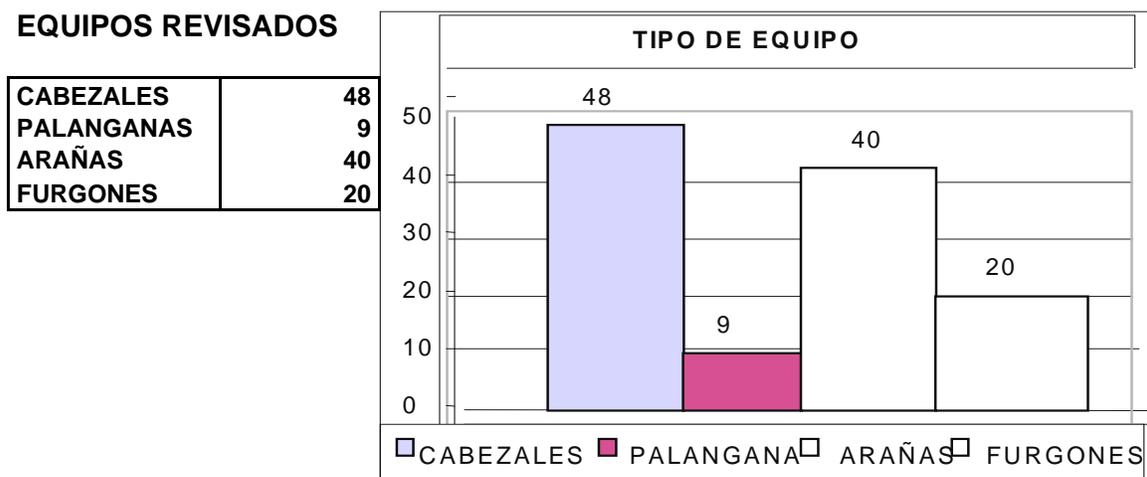
Figura No. 13 Rango de presiones encontradas



1.4.7 Análisis gráfica de presiones

Según la gráfica hay mucha llanta con baja presión de inflado, ya que se encuentran debajo de las 60 libras, y es debido a que no se ha de estar calibrando las llantas de los cabezales y equipos de parte de los pilotos de dichas unidades, esto representa que sé este dañando la estructura interna de la llanta en forma severa, y se reduzca la vida útil de las mismas. Pero en general la flota tiene un buen porcentaje de llantas que se encuentren en el rango aceptable de calibración, pero las llantas que tienen más de 100 libras de presión, sería conveniente calibrarlas a la presión recomendada , tomando en cuenta que la presión va relacionada con el peso del vehículo y la carga, para evitar que estallen por el excesivo sobre calentamiento que van a sufrir, además que son más vulnerables al no absorber los impactos; hay que tomar en cuenta que para tener unos datos más reales y confiables se tiene que calibrar las llantas por la mañana, cuando los equipos no han tenido ningún recorrido ó por lo menos cuando han estado parados por más de 3 horas, y con el equipo adecuado y en óptimas condiciones de operación.

Figura No. 14 Tipos de equipos revisados



1.4.8 Análisis gráfica equipos revisados

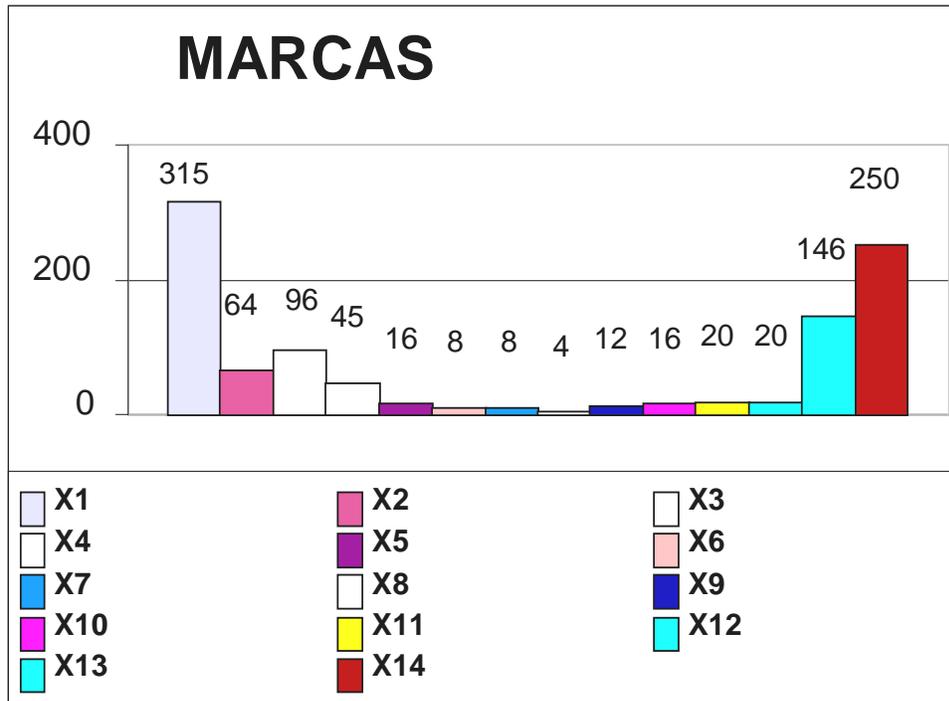
Debido a que no se puede revisar siempre todos los cabezales y equipos de la flota, ya que en la mayoría de las veces, casi no están en el predio, si no en carretera, se revisó un 30% de la flota, por lo que esta muestra tomada nos indica estadísticamente como se encuentra la flota, y lo que sería ideal revisar el 100% de esta, pero además de que cuesta tener disponibles todas las unidades, lleva tiempo el revisarla, alrededor de un mes y si no se hacen los cambios que se deben hacer de las llantas que están ya listas para reencauche y las llantas malas, se corre el riesgo de no cambiarlas y por ende perder los cascos que ya están para reencauche y que alguna unidad se atrase en carretera por algún pinchazo ó llanta estallada, es por ello que se deben solucionar esos problemas, a la mayor brevedad posible.

Figura No. 15 Marcas de llantas encontradas

DISEPER

MARCAS

X1	315
X2	64
X3	96
X4	45
X5	16
X6	8
X7	8
X8	4
X9	12
X10	16
X11	20
X12	20
X13	146
X14	250
TOTAL	1020



1.4.9 Análisis gráfica de marcas

Como se puede visualizar en la gráfica hay una diversidad de marcas mezcladas en los equipos y cabezales de la flota, lo cuál hace difícil el querer unificar un solo tipo de marca, para cada una de las diferentes aplicaciones que tienen éstas, ya que cada marca por separado, cuenta con diferente tecnología en el proceso de fabricación de cada llanta, tienen diferentes estándares de calidad de materia prima y de producto terminado, y en la mayoría de los casos con medidas de llantas que sólo un fabricante maneja, para monopolizar el mercado.

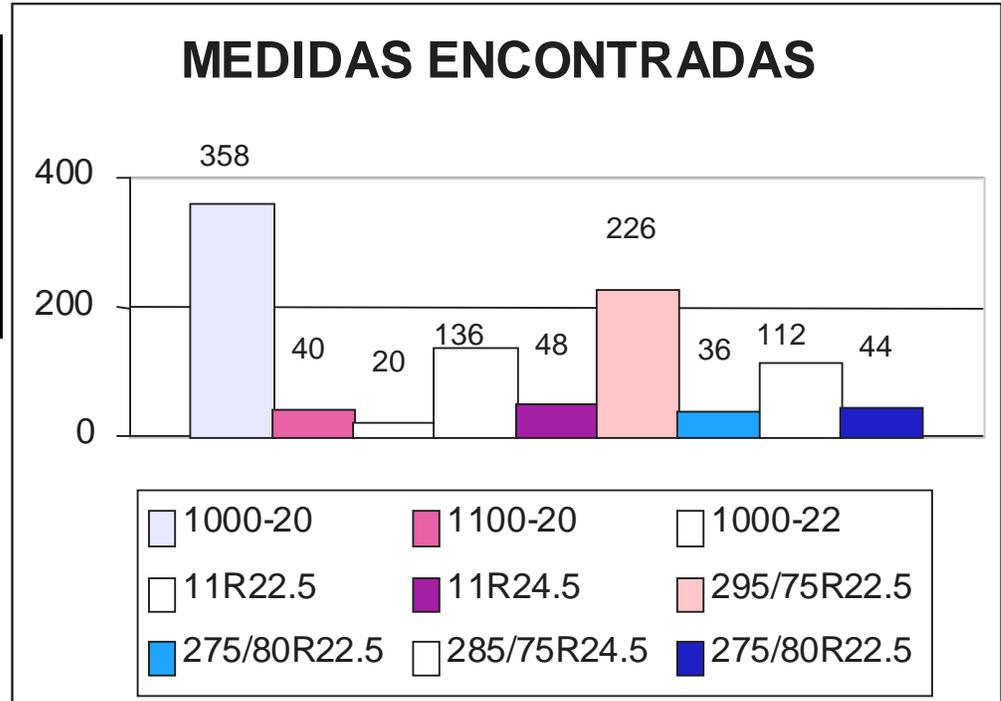
Enfocando los resultados obtenidos, se puede ver que la llanta marca X1 es la que más está rodando en los equipos de ejes libres con 315 llantas instaladas que representan un 31% del total de llantas revisadas, además de la X14 que con 250 llantas representan el 24.5%. Referente a la llanta de tipo radial la marca X3 es la que tiene mayoría con 96 llantas que representan el 9.4 %, X2 con 64 llantas para un 6.3% y X4 con 45 llantas que son el 4.4% del total de llantas revisadas, tanto en llanta delantera como de tracción en su mayoría instaladas en los cabezales y una mínima parte en los equipos de arrastre. Lo ideal sería que se tuviera solo un tipo de marca apareado en cada uno de los ejes tanto del cabezal como del equipo, pero es difícil, ya que muchas veces por costos, se compra una variedad de llantas, más que todo cuando se compra cascos reencauchados ó cabezales que ya vienen con una mezcla de marcas en las llantas que trae instaladas, por lo que esto es un poco difícil de controlar y sobre todo de llegar a implementar un solo tipo de marca.

La diversidad de marcas en parte es mala, ya que cada fabricante utiliza diferentes tipos de compuestos para la banda de rodamiento y materia prima con la que hace el producto final, los estándares de calidad varían y el proceso de fabricación de las llantas es diferente, siendo esto lo que hace que una llanta sea mejor que otra en cuanto a rendimiento, durabilidad, y calidad, lo cuál hace que una marca tenga mejor aceptación en el mercado que otra.

Figura No.16 Medidas de llantas encontradas en las unidades

MEDIDAS DE LLANTAS

1000-20	358
1100-20	40
1000-22	20
11R22.5	136
11R24.5	48
295/75R22.5	226
275/80R22.5	36
285/75R24.5	112
275/80R24.5	44



1.4.10 Análisis gráfica medidas

Como se puede observar en la gráfica existe variedad de medida de las llantas en los cabezales y equipos de la flota, ya que tienen diferente procedencia, la mayor parte de Estados Unidos, en donde se tienen muchas opciones en lo que a llantas se refiere. Ya viendo los datos obtenidos y reflejados en la gráfica, se ve que la medida que predomina en los equipos de arrastre es la llanta 1000-20, acorde a sus características y aplicación, con un total de llantas de 358, que representan el 35% de las llantas revisadas, mientras que en los cabezales hay varios con llanta 295/75R22.5,

285/75R24.5, 11R22.5 y 11R24.5 y unos pocos con las otras medidas de llantas. Por ejemplo hay equipos de arrastre que tienen llantas 1100-20 y 1000-22, de tipo convencional, pero en sí el problema con estas medidas de llantas es que cuesta un poco tenerla disponible en el mercado, ya que son de poca demanda en el país, por lo que no solo es de alto precio sino que los proveedores casi no la importan, en cambio la 275/80R22.5 y 275/80R24.5 es una medida que únicamente existe en una marca, y cuesta conseguirla en el mercado, caso similar es el de la perfil bajo 295/75R22.5 que son pocas las empresas de transporte pesado las que la tienen en sus unidades, por dichas razones.

Muchas veces se aparean una llanta de medida 295/75R22.5 y una 275/80R22.5 en un lado del eje, que para una emergencia funciona, pero que no es correcto, ya que tienen diferente perfil, ancho y altura de sección, por lo que se tiene corregir esto, y aparear dos llantas de la misma medida, de lo contrario una llanta va a tener un desgaste más acelerado en la banda de rodamiento que la otra, además de que nos puede ocasionar problemas mecánicos en los componentes del rodado del cabezal ó equipo, máximo en condiciones de carga, ya que una carga más que la otra.

1.5 Implementación de una base de datos

Con el fin de facilitarle el trabajo al encargado de la bodega de llantas, al jefe de taller ó a toda persona que este directamente relacionada con los componentes de los cabezales y equipos, específicamente llanta, es bueno crear una base de datos ó adquirir un programa de computación, para hacer el ingreso de cada una de las llantas que andan rodando en las unidades, las que están en bodega, en donde se especifiquen todos los datos de la misma, como su medida, tipo de construcción, diseño, etc.

Todo ello para que a la vez se cree también una para las unidades y posteriormente poderle asignar a cada cabezal y equipo sus respectivas llantas, para ir actualizando dicha información, conforme a los movimientos que se hagan a corto plazo, ya que día con día se tiene que estar actualizando los mismos, para tener controladas las llantas de toda la flota.

Actualmente existen varios paquetes de informática, que nos pueden ayudar a controlar esto de una manera sencilla y fácil de comprender, por ejemplo Visual Basic, es uno de ellos, en el cual hay que hacer un programa con todo lo que necesitamos, como ingreso de llantas, ingreso de unidades de la flota, asignación de llantas para cada unidad, envío de llantas a reencauche, ingreso de llantas nuevas y reencauchadas a bodega, en fin todo lo que necesitemos para llevar un buen control, pero para ello se requiere de la contratación de un programador ó empresa de informática, además que tiene un costo elevado de inversión inicial, que no todas las empresas de transporte pesado pueden desembolsar y sobre todo requiere de mucho tiempo, para que dicho programa trabaje al 100%.

Pero también se pueden crear bases de datos en programas un poco más obsoletos como dbase, foxpro, ó excel, en donde se le puede hacer una hoja de trabajo por unidad, asignándole directamente las llantas, pero el problema aquí, es que no se puede ir corroborando que alguna llanta, ya allá sido asignada en alguna unidad, y se duplique la asignación hacia otra; es más fácil de ingresar y de hacer, pero requiere más tiempo de trabajo para ingresar toda la información, además de que se debe tener una computadora con una buena capacidad de memoria, para que almacene por separado, toda la información de las llantas y las unidades de la flota de cabezales y equipos. A continuación encontrará unos ejemplos de cómo debe ser el formato de las bases de datos ó hojas de trabajo, y que tipos de datos se requieren por lo menos, para que se tenga toda información que se requiere, en cada una.

Tabla I. Ingreso de información de las llantas

INGRESO DE LLANTAS	DISEPER
FECHA	12/11/2003
NÚMERO DE LLANTA	5001
MARCA	X3
MEDIDA	11R22.5
PROFUNDIDAD	18/32
TIPO	NUEVA
DISEÑO	Y1
NO. PLIEGOS	14
TOLERANCIA	5/32
CONSTRUCCIÓN	RADIAL

Datos necesarios:

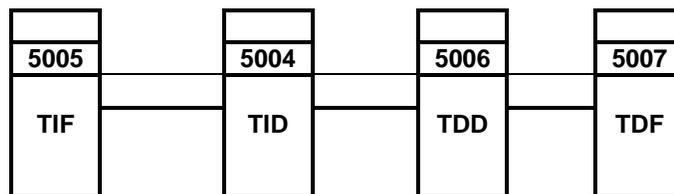
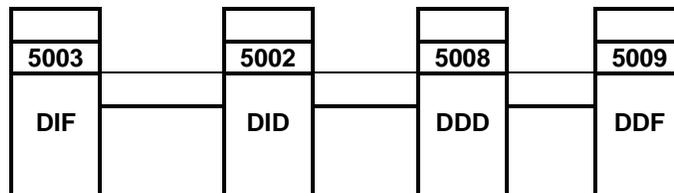
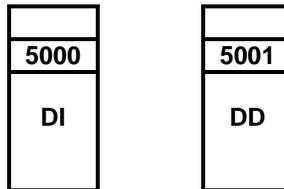
1. **Número de llanta:** Es el número de quemado de la llanta.
2. **Marca:** Depende del fabricante del casco
3. **Medida:** Medida de la llanta.
4. **Profundidad:** Profundidad de la banda en 32avos.
5. **Tipo:** Puede ser nueva, casco vitalizado, primer, segundo y tercer reencauche.
6. **Diseño:** Es el de la banda de rodamiento y varía entre cada una de las empresas de reencauche.
7. **No. Pliegos:** Es la cantidad de capas con que se construyó el casco y este va relacionado con la capacidad de carga que soportará.
8. **Tolerancia:** Es el mínimo de profundidad de la banda de rodamiento el cual varía entre 0 y 5/32.

9. **Construcción:** Es el tipo de construcción de la llanta ya sea radial ó convencional.

Figura No.17 Formato de la asignación de llantas a las unidades

INGRESO ASIGNACIÓN A UNIDADES

UNIDAD: CB D - 1



TIPO ARO EJE DELANTERO	ALUMINIO DE 10 AGUJEROS CAPIRUCHO 22.5
TIPO ARO EJES TRASEROS	HIERRO DE 10 AGUJEROS DE CAPIRUCHO 22.5

Tabla II. Control de envío de llantas a reencauche

ENVIO DE LLANTAS A REENCAUCHE		DISEPER
FECHA		12/11/2003
NÚMERO DE LLANTA		4960
MARCA		X14
MEDIDA		1000-20
PROFUNDIDAD		3/32
TIPO		NUEVA
DISEÑO		Y8
REENCAUCHADORA		V1
ORDEN DE TRABAJO		137844

Datos necesarios:

1. **Número de llanta:** Es el número de quemado de la llanta.
2. **Marca:** Depende del fabricante del casco
3. **Medida:** Medida de la llanta.
4. **Profundidad:** Profundidad de la banda en 32avos.
5. **Tipo:** Puede ser nueva, casco vitalizado, primer, segundo y tercer reencauche.
6. **Diseño:** Es el de la banda de rodamiento y varía entre cada una de las empresas de reencauche.
7. **Reencauchadora:** Es el nombre de la empresa de reencauche.
8. **Orden de trabajo:** Es el número de la orden de trabajo en donde está asignada esta llanta, para el proceso de reencauche.

Tabla III. Ingreso de llantas a bodega ya reencauchadas

INGRESO DE REENCAUCHE DISEPER	
FECHA	19/11/2003
NÚMERO DE LLANTA	4971
MARCA	X4
MEDIDA	275/80R22.5
PROFUNDIDAD	18/32
TIPO	R1
DISEÑO	Y8
REENCAUCHADORA	V1
NÚMERO DE FACTURA	S- 3678
COSTO REENCAUCHE	Q.1042.43

Datos necesarios:

1. **Número de llanta:** Es el número de quemado de la llanta.
2. **Marca:** Depende del fabricante del casco
3. **Medida:** Medida de la llanta.
4. **Profundidad:** Profundidad de la banda en 32avos.
5. **Tipo:** Puede ser nueva, casco vitalizado, primer, segundo y tercer reencauche.
6. **Diseño:** Es el de la banda de rodamiento y varía entre cada una de las empresas de reencauche.
7. **Reencauchadora:** Es el nombre de la empresa de reencauche.
8. **Numero de factura:** Es el número de factura en la cual fue facturado el valor del reencauche de esta llanta.

9. **Costo reencauche:** Es el valor expresado en quetzales del costo del reencauche, el cual varía dependiendo al tipo de cambio del dólar.

Tabla IV. Ingreso de llantas rechazadas a bodega

CONTROL LLANTAS RECHAZADAS DISEPER	
FECHA	21/11/2003
NÚMERO DE LLANTA	4955
MARCA	X10
MEDIDA	11R24.5
PROFUNDIDAD	3/32
TIPO	R2
DISEÑO	Y1
REENCAUCHADORA	V1
NÚMERO DE FACTURA	S-3678
CAUSA RECHAZO	BOLSA EN HOMBRO

Datos necesarios:

1. **Número de llanta:** Es el número de quemado de la llanta.
2. **Marca:** Depende del fabricante del casco
3. **Medida:** Medida de la llanta.
4. **Profundidad:** Profundidad de la banda en 32avos.
5. **Tipo:** Puede ser nueva, casco vitalizado, primer, segundo y tercer reencauche.
6. **Diseño:** Es el de la banda de rodamiento y varía entre cada una de las empresas de reencauche.

7. **Reencauchadora:** Es el nombre de la empresa de reencauche.
8. **Número de factura:** Es el número de la factura ó envío, en el cuál fue asignada esta llanta, en el cuál esta el motivo del rechazo.
9. **Causa Rechazo:** Es la razón, condición ó motivo por el cuál ha sido rechazada la llanta, durante el proceso de reencauche.

1.6 Identificación de necesidades inmediatas

Acorde a los datos obtenidos en el estudio de campo de la flota de cabezales y equipos, se identifican todas las necesidades inmediatas de llantas por unidad que se requieren para que está, esté en óptimas condiciones de operación y a la vez evitar que se pierdan los cascotes de las llantas que ya están listas para reencauche, llantas malas que nos pueden ocasionar que un equipo se atrase en carretera por un pinchazo ó desperfecto de la llanta, en fin cualquier inconveniente de ese tipo.

Lo básico de esto, es determinar cuantas llantas se necesitan comprar por medida de llanta, diseños y capacidad de carga para cada una de los cabezales ó equipos que así lo requieran, además de identificar los cambios inmediatos de llantas para reencauche por desgaste normal y las que presenten desgastes irregulares excesivos. Se debe realizar un plan de trabajo en el cuál se planifique la reparación de las unidades que presenten en sus llantas dichos desgastes excesivos, y corregir cualquier defecto mecánico, ya sea por convergencia, divergencia ó alineación.

Se debe implementar una planificación de cambios de llantas, a través del seguimiento de las unidades, que tienen llantas que están próximas para reencauche, revisando periódicamente la profundidad de la banda de rodamiento de dichas unidades, lo cuál es conveniente publicarlo para que tanto el jefe de taller como el piloto este enterado de la situación, y sobre todo el departamento de llantas, el cuál debe velar porque se hagan los cambios de las llantas de esos equipos ó cabezales, cuando así lo requieran.

Se hace un reporte a gerencia para justificar la inversión que se debe hacer, en la compra de las llantas para los cabezales y equipos que lo requieran, además que sirve de referencia al momento de cuantificar los costos de inversión.

Se tiene que ir revisando en el estudio de campo de la flota de cabezales y equipos cada uno por separado, las profundidades de cada llanta, para primero poder cuantificar cuantas llantas son por unidad, para que posteriormente se totalice estas, por medida y diseños de la banda de rodamiento y se realice una tabla en donde se visualice de mejor forma.

Para que se elabore el reporte gerencial a continuación encontrará unos ejemplos de cómo elaborarlo y a la vez facilitar el análisis de las medidas inmediatas que se deben tomar, para que en el menor lapso de tiempo se corrija cualquier problema existente en las llantas de la flota de cabezales y equipos.

Tabla V. Identificación de necesidad de llantas de las unidades

**DISEPER
 REPORTE DE NECESIDAD DE
 LLANTAS
 FECHA: 12/12/03**

# UNIDAD	CANTIDAD DE LLANTAS	MEDIDA	DISEÑO	POSICION	CAUSA
F- 12	4	1000-20	Y3	DIF, DDF TDF, TIF	REENCAUCHE
D – 8	2	11R22.5	Y1	DI, DD	REENCAUCHE
AR- 25	2	1000-20	Y2	TDF, TDD	DAÑADAS POR ARRASTRE
D- 33	4	295/75R22. 5	Y6	TIF, TID TDF, TDD	REENCAUCHE
PAL- 8	2	11R24.5	Y6	DIF, DID	REENCAUCHE
D-12	2	285/75R24. 5	Y1	DI, DD	REENCAUCHE

Datos necesarios:

1. **#Unidad:** Es el número del cabezal o equipo.
2. **# Llantas:** Es el número de llantas de esa unidad.
3. **Medida:** Es la medida de las llantas.
4. **Diseño:** Es el diseño de la banda de rodamiento.
5. **Posición:** Es la posición de las llantas en la unidad.
6. **Causa:** Es la razón por la cual se debe sacar dichas llantas de la unidad y justifica el cambio.

Tabla VI. Información de la compra de llantas

**DISEPER
REPORTE DE COMPRA DE
LLANTAS
FECHA: 12/12/03**

CANTIDAD	MEDIDA	DISEÑO	PRECIO	SUB-TOTAL
80	1000-20	Y2	Q.1,150.00	Q92,000.00
30	11R22.5	Y3	Q.1,042.43	Q31,272.90
10	11R24.5	Y1	Q.1,576.36	Q15,763.60
25	295/75R22. 5	Y1	Q.1,247.25	Q31,181.25
10	285/75R24. 5	Y1	Q.1,361.89	Q13,618.90
			TOTAL	Q183,836.95

Datos necesarios:

1. **Cantidad de llantas:** Es el número de llantas que se deben comprar para poder realizar los cambios en los cabezales y equipos de la flota.
2. **Medida:** Es la medida de las llantas.
3. **Diseño:** Es el diseño de la banda de rodamiento.
4. **Precio:** Es el valor de cada medida de llanta.
5. **Sub-total:** Es el total de las llantas por su respectivo precio, para lo cuál se deben sumar todos estos, para tener un total de la inversión.

Tabla VII. Llantas encontradas con desgaste

DISEPER
REPORTE UNIDADES MALAS
FECHA: 12/12/03

UNIDAD	DESGASTE ENCONTRADO	DIAGNOSTICO
D- 8	EXCESIVO EN HOMBRO EXTERNO	CONVERGENCIA ALINEACION REV. KINPINES
D-12	EXCESIVO EN HOMBRO EXTERNO	CONVERGENCIA ALINEACION REV. KINPINES
AR- 14	CORONA BORDEADA	REV. RESORTAJE HULES TENSOSES
PAL-8	HOMBROS DESGASTADOS	HULES TENSOSES REV.BALANCINES
F- 25	CORONA DESGASTADA	REV.BALANCINES COJINETES MALOS

Datos necesarios:

1. **#Unidad:** Es el número que identifica al cabezal ó equipo.
2. **Desgaste encontrado:** Es el daño que presentan las llantas en su estructura, y que son el reflejo de un desperfecto mecánico.
3. **Diagnostico:** Son las posibles causas por las cuales las llantas, presentan desgastes irregulares en su estructura y se deben corregir.

Se le debe dar un seguimiento de parte del departamento de llantas, a que se hagan en el taller de servicio las revisiones y reparaciones necesarias para que los componentes del cabezal ó equipo estén en óptimas condiciones, antes de realizar cualquier cambio de llantas, porque si se hace dicho cambio sin haber corregido los desperfectos mecánicos, se corre el riesgo de dañar en forma acelerada la estructura de las llantas que se hayan instalado y reducir su rendimiento y vida útil.

Tabla VIII. Seguimiento de llantas próximas a reencauche

**DISEPER
 REPORTE DE SEGUIMIENTO DE
 UNIDADES
 CON LLANTAS PROXIMAS A
 REENCAUCHE**

FECHA: 12/12/03

# UNIDAD	# LLANTAS	MEDIDA	DISEÑO	POSICION	PROFUNDIDAD MINIMA	FECHA PARA REVISION
D-1	2	11R22.5	Y1	DI, DD	6	09/01/04
F- 21	4	1000-20	Y2	TDF, TIF	8	15/01/04
AR- 52	4	1000-20	Y5	DDF, DIF	6	12/01/04
PAL- 17	4	11R24.5	Y3	DIF, TDF	8	15/01/04
D- 14	2	295/75R22.5	Y1	DI, DD	7	12/01/04
F-16	2	1000-20	Y2	TDF	7	13/01/04

Datos necesarios:

1. **#Unidad:** Es el número que identifica al cabezal ó equipo.
2. **#Llantas:** Es el número de llantas de dicha unidad a las que se le debe dar el seguimiento.
3. **Medida:** Es la medida de las llantas.
4. **Diseño:** Es el diseño de la banda de rodamiento.
5. **Posición:** Es la posición en que se encuentran las llantas en la unidad.
6. **Profundidad:** Es la profundidad mínima de las llantas.
7. **Fecha de revisión:** Es la fecha en la cuál se deben revisar de nuevo las llantas.

INICIO DE CONTROLES E IDENTIFICACIÓN DE LOS NEUMÁTICOS

Es importante a partir de que se ha hecho, el estudio de campo de la flota de cabezales y equipos, se inicie a implementar los controles diarios en las llantas, tanto en las unidades como en la bodega, para lo cuál se deben realizar todos los cambios necesarios en la base de datos que se halla creado, para llevar al día toda la información. Inicialmente se deben identificar a través del marcado, todas las llantas que existan en la flota, tanto las que están rodando como las que se encuentran en la bodega, y todas las que posteriormente ingresen a la misma, además de implementar los semáforos en las llantas de las unidades, calibrado y reporte de daños y robos de las mismas.

2.1 Inversión inicial en llantas

Acorde al análisis de los datos recopilados que se hizo al estudio de campo de las llantas de la flota de cabezales y equipos e identificación de las necesidades inmediatas, se sacó el costo de inversión inicial que se debe hacer en las pocas unidades que se revisaron, pero que se debe realizar para poder hacer los cambios de llantas que las unidades requieren para no perder los cascotes, evitar que dichas unidades se queden paradas en carretera y absorber un costo extra, el cuál es innecesario si se toma a tiempo la decisión de comprar las llantas y realizar los cambios pertinentes. Para esto se va a tomar como referencia el cuadro del reporte de compra de llantas, en el cuál podemos ver que hay que hacer un inversión inmediata de Q.183,836.95 para comprar un total de 155 llantas de diferentes medidas y diseños, para cubrir las necesidades que la flota requiere.

Con esta inversión que se haga, se puede sacar todas las llantas que ya están listas para reencauche, y estas al regresar ya con nueva banda, se pueden utilizar para hacer más movimientos en los demás cabezales y equipos, después de hacer las revisiones de los semáforos de llantas, y se va creando un ciclo de reencauche, el cuál nos va a reducir los costos, ya que si se invierte en llanta nueva, ya va ser mínima la inversión, que se realice, esta es la importancia de dicha inversión, la cual se va compensar con un sin fin de beneficios que se obtendrán dentro de la flota de cabezales y equipos.

2.2 Identificación de llantas

Para lograr implementar todos los controles que se necesitan en las llantas de la flota de cabezales y equipos, se debe identificar cada una de estas, a través del marcado de las mismas, ya que solo debe existir un número de quemado para cada una de las llantas, el cuál no se debe repetir, ya que a partir de esto, se va a tomar toda la información de esa llanta, se le va crear una su base de datos, para que posteriormente se le pueda asignar alguna unidad, pero para esto se debe invertir en la compra de un marcador de llantas, el cuál está disponible en la venta de materiales de reparación para cada uno de los componentes de las llantas, cuyo valor relativamente es bajo, comparado con lo que se va ahorrar, al evitar que se roben la llantas de las unidades, ya que esta es la principal de las causas por las cuáles se tiene que estar invirtiendo en llantas y que hacen subir nuestros costos de operación. Además de todas las ventajas que se obtendrán al tener bien controladas las llantas de cada cabezal y equipo, facilitando el control en la bodega de stock, base de datos y reportes.

2.2.1 Mercado de llantas nuevas

El marcado de llantas se debe realizar con un marcador adecuado, con las iniciales de la empresa, la fecha de instalación ó marcado, y un número de correlativo, el cuál se va a determinar dependiendo de las llantas que están rodando en todos los cabezales y equipos de la flota y el cual no se debe repetir. Al totalizar todas las llantas existentes en la flota en la empresa que son alrededor de 5,000 llantas, se tomó la decisión de tomar el correlativo para toda las llantas nuevas de marcarlas a partir del 5000 en adelante, tomando en cuenta todas las llantas que ingresen a la bodega, ya sea llanta nueva y casco reencauchado, pero se deben marcar hasta que vayan a ser instaladas en alguna unidad de la flota de cabezales y equipos. Este marcado se debe hacer en el área específica que trae cada llanta, cerca de la pestaña y no debe ser muy profundo, para no dañar la estructura de esta, haciéndose a una presión constante. Por ejemplo se marca en esa área el mes de instalación, las iniciales de la empresa y el año; en la parte de enfrente de este marcado, se marca el número de correlativo que corresponde a esta llanta.

Ejemplo de la forma correcta de marcar

04 DIS 2003 y enfrente 5001

2.2.2 Mercado de llantas rodando

Para poder marcar cada una de las llantas que están rodando en los cabezales y equipos de la flota, se debe programar a cada uno, su ingreso a la pista de la llanteras, para que se le haga ese trabajo, ya que hay que quitar todas las llantas de dichas unidades, marcarlas y luego volverlas a instalar en la posición en que estaban, sacando toda la información que se requiera de cada una de las llantas, para que se les de ingreso a las mismas, en la base de datos.

Este proceso de marcado requiere de más tiempo y trabajo, pero que a mediano plazo, ya se halla marcado más del 80% de las unidades, pero depende también de que disponibilidad se tenga de cada uno de los cabezales y equipos de la flota, ya que no se puede parar demasiadas unidades, para realizarlo. Se tomó la decisión de marcar las llantas que se encuentran rodando del número de correlativo del 4999 en secuencia descendente hasta llegar a la 01, lo cuál tomaría un par de años para alcanzarlo, ya que como esto es un ciclo de cambios continuos, se va a llegar el momento en que ya la flota tenga todas sus llantas marcadas, acorde al ritmo de instalación de las llantas nuevas y el reencauche.

Al igual que el marcado de las llantas nuevas, se debe poner el mes y año de instalación, y las iniciales de la empresa, y enfrente de este se pone el número de correlativo que le corresponde a cada llanta, el cuál es único y no se debe duplicar, para que se establezca un mejor seguimiento y control sobre las llantas instaladas en cada una de las unidades de la flota de cabezales y equipos.

Por ejemplo

05 DIS 2003 y enfrente 4999

Lo más importante es saber que después de haber marcado todas las llantas, toda la información que se recopile de las mismas, para cada una se debe crear una base de datos por separado, para que después se puedan asignar en la base de datos de algún cabezal ó equipo en donde sean instaladas estas llantas, con lo cuál nos beneficiamos de tener una flota bien controlada y se disminuye en parte el riesgo de que se nos roben las llantas, ya que serán fácil de identificar si se instalan en alguna unidad ajena a la empresa.

2.2.3 Modificaciones en base de datos de llantas

Al terminar de marcarle las llantas a una unidad de la flota de cabezales y equipos, se tiene que ingresar en el sistema, ó sea en la base de datos, toda la información de cada una de las llantas de dicha unidad, para que después se le asignen en la otra base de datos a esa unidad y se guarde en el sistema, para ir actualizando esa información y se llegue a tener un mejor control sobre de esto, además que es importante que día con día se vaya depurando y actualizando todos los movimientos que se realicen en las llantas de todas las unidades, lo mismo cuando se realice algún cambio de llantas.

Lo importante de esto, es que se tiene que ir registrando cada movimiento, que se haga en las llantas de las unidades, para evitar el descontrol de la información y exista duplicidad de asignación de alguna llanta en alguna unidad. Cada vez que se haga un estudio de campo de la flota de cabezales y equipos, se debe ingresar en el sistema toda la información recopilada, en este, ya que muchas veces se hacen cambios en carretera que no se reportan al departamento de llantas y se va descontrolando y perdiendo la información existente en la base de datos, y además se puede tomar esa información de los semáforos que se hagan a diario en las unidades que ingresen al predio a echar combustible.

2.3 Controles diarios en la flota de vehículos y bodega

Para lograr tener una flota bien controlada en lo que a llantas se refiere, es importante establecer un sistema de controles mínimos, que nos ayuden alcanzar este objetivo, involucrando directamente a cada una de las personas que trabajan en tráfico, llantas y pilotos, é indirectamente a la gerencia del taller y logística, para que conjuntamente se pueda alcanzar el mismo.

El carecer de controles en las llantas de las unidades de la flota, podría ocasionar muchos problemas, como perder cascos para reencauchar, llantas malas e inservibles que nos dejarán alguna unidad parada en carretera, robo de llantas tanto en las unidades como en bodega, rodado de llantas con baja ó excesiva presión de aire, pérdida de información al hacer movimientos en las llantas de la flota, poca información y control sobre la bodega, y no se tendría un antecedente ó historial por llanta, asignada en alguna unidad, en fin se tendría un descontrol que nos ocasionaría muchos problemas.

2.3.1 BODEGA DE STOCK

Tabla IX. Ingreso de llanta nueva a bodega

DISEPER
BODEGA LLANTA
NUEVA
FECHA:

MEDIDA	No. PLIEGOS	DISEÑO BANDA	PROF 32AVOS	MARCA	No. SERIE	No. QUEM	COSTO	FECHA INGRESO	FECHA EGRESO	UNIDAD
11R22.5	14	Y1	16	X5	E12RT	5010	980.00	12/11/03		

Los datos necesarios para llenar las casillas es la siguiente:

- 1. Medida:** aquí se coloca la medida de la llanta y su tipo de construcción.
- 2. No. pliegos:** aquí se pone el número de pliegos ó lonas que tiene la llanta.
- 3. Diseño banda:** Es el diseño de la banda de rodamiento.
- 4. Prof.32avos:** Es la profundidad de la banda de rodamiento en 32 avos. de pulgada.
- 5. Marca:** Es la marca de la llanta, acorde a su fabricante.
- 6. No. serie:** Es el número de serie, DOT, colocado por el fabricante.
- 7. No. quemado:** Es el número del correlativo, colocado por la empresa para identificar sus llantas y sirve para control interno.
- 8. Costo:** Es el precio al que se compró la llanta.
- 9. Fecha ingreso:** Es la fecha en la cuál la llanta ingresa a la bodega.
- 10. Fecha egreso:** Es la fecha en la cuál la llanta salió de la bodega.
- 11. Unidad:** Número de registro de la unidad en la que se instaló la llanta.

Tabla X. Ingreso de llanta reencauchada a bodega

DISEPER
BODEGA LLANTA
REENCAUCHADA
FECHA:

EMPRESA VITALIZADORA	COSTO	NO. REENC	FECHA INGRESO	FECHA EGRESO	UNIDAD INSTALADA

Además de llenar las casillas de medida de llanta, número de pliegos, diseño de la banda, profundidad en 32 avos, marca, número de serie y número de quemado, es importante agregar estas casillas para tener un mejor control del movimiento de llantas reencauchadas en la bodega.

Los datos que se necesitan para llenar estas casillas son:

- 1. Empresa vitalizadora:** Es el nombre comercial de la empresa a donde se envió las llantas para el proceso de reencauche.
- 2. Costo:** Es el precio del reencauche, acorde al tipo de banda de rodamiento que se le ponga al casco.
- 3. No. reenc:** Es el número de veces que se ha enviado esta llanta al proceso de reencauche.
- 4. Fecha ingreso:** Es la fecha en la cuál ingresa la llanta a la bodega después de ser reencauchada.
- 5. Fecha egreso:** Es la fecha en la cuál la llanta salió de la bodega después de haber sido retirada de alguna unidad de la flota.
- 6. Unidad instalada:** Es el número de registro que identifica a la unidad, en la cuál va a ser instalada dicha llanta.

Tabla XII. Control de llantas malas que salen de bodega

DISEPER
BODEGA LLANTA MALA
FECHA:

No.	COSTO	FECHA	FECHA	UNIDAD	MOTIVO
QUEMADO		INGRESO	EGRESO	INSTALADA	SALIDA

Datos necesarios para llenar las casillas:

- 1. No. quemado:** Es el número de correlativo, colocado por la empresa para identificar sus llantas y sirve para control interno.
- 2. Costo:** Es el precio estimado de la pérdida, el cuál se evalúa acorde al precio del casco y la profundidad de la banda de rodamiento, al momento de ser retirada.
- 3. Fecha ingreso:** Es la fecha en que se instaló la llanta en la unidad.
- 4. Fecha egreso:** Es la fecha en que sale la llanta, de la unidad, para su cambio.
- 5. Unidad instalada:** Es el número de registro, que identifica a la unidad, en la cuál estaba instalada la llanta mala.
- 6. Motivo salida:** Es la razón ó causa por la cuál se retiró la llanta de alguna unidad, por presentar un daño considerable en su estructura y que puede causar que esta estalle ó se desbande y deje a la unidad parada en carretera.

Es importante comprender que es mejor retirar una llanta en mal estado, cuando se reporta, para evitar pérdidas de tiempo al quedarse la unidad parada, lo cuál influye en el tiempo de entrega de la mercadería hacia el cliente y el costo que representa enviar una llanta a carretera.

Tabla XIII. Ingreso de llantas rechazadas a bodega

DISEPER
BODEGA LLANTA
RECHAZADA
FECHA:

No. QUEMADO	EMPRESA VITALIZADORA	FECHA INGRESO	FECHA EGRESO	UNIDAD INSTALADA	MOTIVO RECHAZO

Datos necesarios para llenar las casillas:

- 1. No. quemado:** es el número de correlativo, que la empresa le colocó a esta llanta que salió rechazada.
- 2. Empresa vitalizadora:** Es el nombre comercial, de la empresa que rechazó que la llanta entrará al proceso de reencauche.
- 3. Fecha ingreso:** Es la fecha en la cuál la llanta ingresa a la bodega después de ser rechazada por la empresa vitalizadora.
- 4. Fecha egreso:** Es la fecha en la cuál la llanta salió de la bodega, hacia el proceso de reencauche.
- 5. Unidad instalada:** Es el número de registro colocado por la empresa, de la unidad en donde estaba instalada esta llanta, y sirve de referencia en ocasiones, si el motivo del rechazo tiene que ver con un mal manejo de parte del piloto ó defecto mecánico de la misma.

6. Motivo rechazo: Es la razón ó causa por la cuál fue rechazada la llanta para entrar al proceso de reencauche ó que durante el mismo, al ser inspeccionada, no cumplía con los estándares de calidad y no incurrir en un gasto innecesario para el cliente, evitando así los reclamos de llantas reencauchadas.

2.3.2 Movimientos en la flota

Se deben registrar todos los movimientos que se realicen en las llantas de las unidades de la flota de cabezales y equipos, como el ingreso de llantas nuevas, reencauchadas, cambio entre unidades, rotación de llantas, salida de llantas malas, estalladas, para reparaciones mayores, etc.

Cuando una llanta se instala en alguna unidad, es de suma importancia darle seguimiento y control, ya que de esto dependerá la reducción de costos de operación.

Toda empresa tiene que controlar sus costos para ser rentable, es por ello que es importante que cuente con un sistema de control de los movimientos que se realicen de llantas en las unidades de la flota, implementar pruebas de rendimiento, para lograr determinar que tipo de llanta, marca, diseño y medida necesita, para cada una de las diferentes aplicaciones de sus unidades en el mercado, acorde a las características del terreno y distancias recorridas.

Para facilitar el control de todos los movimientos de llantas de la flota de cabezales y equipos, se pueden crear unos cuadros ó formatos similares a los anteriores, en donde se debe llenar con todos los datos requeridos, por el mismo, para tener toda la información necesaria, la cuál después se debe ingresar en la base de datos creada para las llantas y unidades, teniéndose que actualizar la misma, continuamente para tener al día toda la información de todos estos movimientos.

La pérdida de información de los movimientos que se hagan en las llantas de las unidades, puede ocasionar muchos problemas é inconvenientes para el encargado ó jefe del departamento de llantas, ya que al tener toda la información actualizada, se le facilita mucho su trabajo, además que crea una buena imagen hacia sus superiores y lo más importante es que facilita a la vez el cambio de llantas de alguna unidad, al momento de que se le estalle alguna ó necesite cambio, por estar en el mínimo de profundidad de la labor de la banda de rodamiento, en donde también se puede registrar que tipo de aro se necesita para armarla, ya que este varía entre cada cabezal y equipo. Se asumirá que toda la información de la llanta ya se tiene en la base de datos y únicamente hay que registrar los movimientos.

Tabla XIV. Ingreso de llantas nuevas a las unidades

DISEPER
INSTALACIÓN LLANTAS NUEVAS

FECHA: UNIDAD:

No. QUEMADO	POSICIÓN LLANTA	KILOMETRAJE INICIAL	KILOMETRAJE FINAL	CAUSA RETIRO	PROVEEDOR

Datos necesarios para llenar las casillas:

1. No. quemado: Es el número de correlativo, colocado por la empresa que identifica cada una de las llantas y sirve para control interno, en este caso específico es de las llantas que salen de la bodega para ser instaladas en alguna unidad de la flota.

2. Posición inicial: Es la posición en que se va instalar las llantas dentro de la unidad, por ejemplo: TIF, TDF, etc.

3. Kilometraje inicial: Es el kilometraje que tiene la unidad al momento de que se le instalen las llantas, y sirve de punto de partida para llevar controles de rendimiento.

4. Kilometraje final: Es el kilometraje que tendrá la llanta, cuando sea retirada de la unidad por tener el mínimo de profundidad de la labor de la banda de rodamiento ó por alguna otra causa, y es el punto final de los controles de rendimiento de esta llanta.

5. Causa Retiro: Es la razón ó causa por la cuál se va instalar estas llantas nuevas, ya sea para enviar a reencauche las que están instaladas en la unidad, sustitución por golpes, daños, robo, etc.

6. Proveedor: Es la empresa que nos vendió estas llantas, y es quién tiene que garantizarnos el producto, al momento de algún reclamo, ó defecto de fabricación de las mismas.

Tabla XV. Ingreso de llantas reencauchadas a las unidades

DISEPER
INSTALACIÓN REENCAUCHE

FECHA: UNIDAD:

No. QUEMADO	POSICIÓN LLANTA	KILOMETRAJE INICIAL	KILOMETRAJE FINAL	DISEÑO BANDA	PROVEEDOR

Datos necesarios para llenar las casillas:

- 1. No. quemado:** Es el número de correlativo colocado por la empresa, para identificar cada una de las llantas reencauchadas, que se van instalar en alguna unidad y que le sirve para control interno.
- 2. Posición llanta:** Es la posición en que se van a instalar las llantas reencauchadas dentro de la unidad, ejemplo: TDF, DIF, DDF, etc.
- 3. Kilometraje inicial:** Es el kilometraje que tiene la unidad, al momento de instalarle las llantas y que sirve de punto de partida para llevarle controles de rendimiento a las mismas.

4. Kilometraje final: Es el kilometraje que tendrá la unidad, al momento de quitarle estas llantas, ya sea para reencauche, desbande, reclamo ó alguna otra causa por la cuál se retiren, y este es el punto en donde termina el control de rendimiento de estas llantas.

5. Diseño banda: Es el diseño del reencauche de la banda de rodamiento por ejemplo: Y2, Y1, etc.

6. Proveedor: Es el nombre comercial de la empresa de reencauche, la cuál nos reencauchó estas llantas, y nos determina quien tiene que garantizarnos su trabajo al momento de algún reclamo.

Tabla XVI. Control de movimiento de llantas entre unidades

**DISEPER
MOVIMIENTO LLANTAS ENTRE UNIDADES**

FECHA:

ENTRA UNIDAD	No. QUEMADO	NUEVA POSICIÓN	SALE UNIDAD	No. QUEMADO	NUEVA POSICION

Datos necesarios para llenar las casillas:

1. Entra unidad: Es el número de registro, que identifica a una de las unidades, a las que se les va hacer el movimiento de llantas.

2. No. quemado: Es el número de correlativo, de cada una de las llantas que se van a mover de una unidad a otra, y que sirve para tener un mejor control interno.

3. Nueva posición: Es la nueva de posición de la llanta, en la otra unidad, ya que a veces puede pasar a la misma posición, pero la mayoría de veces pasa a una posición distinta.

4. Sale unidad: Es el número de registro, que identifica la otra unidad en la cual se va hacer los movimientos de llantas.

5. No. quemado: Es el número de correlativo, de cada una de las llantas que se van a mover de unidad a unidad, y son las de la otra unidad, y sirve para control interno.

6. Nueva posición: Es la nueva posición de cada una de las llantas, en la otra unidad después de hacer los movimientos entre ambas unidades.

Tabla XVII. Control de rotación de llantas en las unidades

DISEPER
ROTACIÓN DE LLANTAS

FECHA:

UNIDAD:

No. QUEMADO	POSICIÓN INICIAL	POSICIÓN FINAL	PROF. 32 AVOS	OBSERVACIONES

Datos necesarios para llenar las casillas:

1. No. quemado: Es el número de correlativo, de cada una de las llantas de la unidad, en donde se va hacer la rotación.

2. Posición inicial: Es la posición que tenía cada una de las llantas en la unidad, antes de hacer la rotación.

3. Posición final: Es la nueva posición de cada una de las llantas de esta unidad, después de hacer la rotación.

4. Prof. 32avos: Es la profundidad de la labor de la banda de rodamiento, de cada una de las llantas de la unidad, tomando en cuenta que se tienen que aparear las que tengan igual profundidad, ó que no varié la misma en más de 2/32.

5. Observaciones: Aquí se puede anotar todas las variaciones de profundidades, diseños, marcas, medidas ó desgastes irregulares encontradas en las llantas de esta unidad, ó cualquier tipo de daño en la estructura de alguna de las llantas, además de informar de cualquier tipo de defecto mecánico que tenga la unidad, por el tipo de desgaste que tenga cualquiera de las llantas.

Tabla XVIII. Salida de llantas malas de las unidades y bodega

DISEPER
SALIDA DE LLANTAS MALAS

FECHA: UNIDAD:

No. QUEMADO	POSICIÓN	PROF 32. AVOS	TIPO DAÑO	OBSERVACIONES

Datos necesarios para llenar las casillas:

1. No. quemado: Es el número de correlativo, de cada una de las llantas malas que hay en alguna unidad, y que sirve para control interno.

2. Posición: Es la posición en que se encuentra cada llanta mala, dentro de la unidad y que muchas veces nos facilita el detectar en donde está la falla, la razón ó la causa por la cuál se dañó la misma.

3. Prof. 32avos: Es la profundidad de la labor de la banda de rodamiento, al momento en que se reporta la llanta ó se detecta el daño, y nos es muy útil este dato, para cuantificar la pérdida que nos ocasiona retirar esta llanta del inventario y desecharla.

4. Tipo daño: Es la causa, razón ó daño por la cuál se va a retirar las llantas de la unidad, y que sirve para llevar un control estadístico, de las principales causas por las cuáles se retiran las llantas, ejemplo: golpes con objetos cortantes, corte de cinturones en corona, pestañas malas, etc.

5. Observaciones: Aquí se anota cualquier situación referente a la llanta mala, por ejemplo: si se va hacer vale para algún piloto, si es por golpe, si es por exceso de carga, desgaste irregular por algún defecto mecánico, etc.

Lo importante es que todos estos movimientos se deben hacer también en la base de datos, para tener la información actualizada.

2.3.3 Implementación hoja semáforo

Tabla XIX. Control diario de la profundidad de la banda rodamiento

DISEPER
HOJA SEMÁFORO

UNIDAD: FECHA:

POSICIÓN	PROF/32	PSI	MEDIDA	MARCA	DISEÑO	No.QUEMADO
DI						
DD						
DIF						
DID						
TIF						
TID						
TDF						
TDD						
DDF						
DDD						

OBSERVACIONES:

VERDE: BUENAS
AMARILLO: PRÓXIMAS RETIRO
ROJO: LISTAS PARA RETIRO
 MAL
NEGRO: ESTADO

Esta es la hoja que se utiliza para hacer los semáforos de llantas a diario, y es fácil de usar, ya que cada vez que una unidad ingrese al predio, se le debe hacer revisión de las llantas y tomar todos los datos que se le piden en dicha hoja, y a la vez se debe marcar con un color específico cada una de las llantas de dicha unidad.

Si las llantas están buenas ó sea de 9/32 en adelante se marcan con color verde. Si ya están próximas para retiro se marcan con color amarillo cuando están entre 6/32 y 8/32. Cuando se encuentran debajo de 5/32 ya están listas para el retiro y enviarlas a reencauche y se marcan con color rojo, y por último todas las llantas malas se marcan de color negro, las cuales hay que cambiar para evitar que estallen en ruta.

2.3.4 Calibrado de llantas

El aire contenido en la llanta es el que soporta la carga, y la presión de aire es el factor que más incide en el rendimiento de la llanta, si hay una presión diferente a la recomendada produce desequilibrio de fuerzas que destruyen la llanta en forma prematura.

Si en las llantas de los equipos y cabezales existe la presión recomendada se tendrán muchas ventajas que ayudarán a alargar la vida útil de las mismas, ya que hay un desgaste uniforme, mejor adherencia a la carretera, mejor estabilidad y maniobrabilidad del vehículo, menor generación de calor y máximo rendimiento.

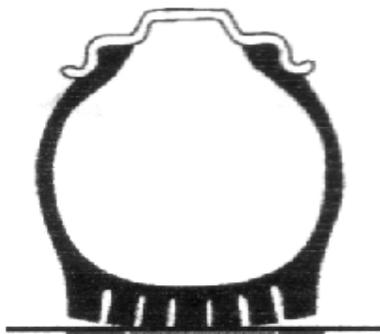
Si la presión es insuficiente en las llantas, se tendrán muchas desventajas que acelerarán el desgaste prematuro de estas y acortarán su vida útil y disminuirán su rendimiento, ya que hay un desgaste acelerado en la zona de los hombros, reducción de la capacidad de carga, gran flexión, alta generación de calor, fallas prematuras en la estructura de la llanta como consecuencia de las altas temperaturas y pérdida en la maniobrabilidad del vehículo.

Figura No. 18 Llanta con baja presión de aire



Una presión excesiva produce un desgaste acelerado en la zona central de la banda de rodadura, reducción en la capacidad de absorción de impactos, mayor fatiga y agrietamiento en el fondo de la estría, disminuyendo la vida de la llanta.

Figura No. 19 Llanta con excesiva presión de aire



Se recomienda revisar la presión periódicamente a cada una de las llantas del cabezal ó equipo, para evitar rodarlas a baja ó excesiva presión y se dañe severamente la estructura de las mismas, usar siempre un calibrador confiable, tomar la presión cuando la llanta se encuentre fría ó sea que halla recorrido menos de 1.6 kilómetros ó 3 horas de reposo, ya que al rodar, la llanta esta se calienta y hace incrementar su presión hasta en un 10%, por lo que no se debe corregir esto mediante el sangrado de aire.

Con un programa adecuado de calibración de llantas en el que se establezca un procedimiento a seguir antes de que una unidad salga a viaje, revisando siempre que cada uno de los elementos que intervienen en que la llanta mantenga su presión adecuada de aire, esté en óptimas condiciones, se disminuirá el riesgo de rodar con presiones inadecuadas.

Figura No. 20 Llanta con presión de aire adecuada

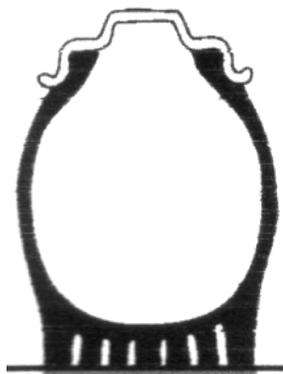


Tabla XX. Boleta de solvencia de calibración de la unidad

DISEPER
SOLVENCIA DE CALIBRACIÓN

UNIDAD: FECHA:

POS	PROF/32	PSI ENTRADA	PSI SALIDA	ESTADO	MEDIDA	MARCA	DISEÑO	No. QUEMADO
DI								
DD								
DIF								
DID								
TIF								
TID								
TDF								
TDD								
DDF								
DD D								

OBSERVACIONES:

ESTADO: B= BUENA
P= PINCHADA
R= REENCAUHE
M= MALA

FIRMA PILOTO

FIRMA CALIBRADOR

Con este formato de solvencia de calibración se compromete al piloto de la unidad y del equipo que antes de ser despachado, la entregue a tráfico, quién no le da pase de salida, sin esta boleta. Esto ayuda en gran parte a reducir costos de operación, ya que si no se tiene un control de presiones en servicio, se puede perder mucha llanta por bajas presiones ó altas presiones, también nos sirve de ayuda para detectar llantas malas y para reencauche, es él ultimo filtro de información antes de que una unidad salga a carretera.

Como se puede apreciar en el formato esta el estado de la llanta y dependiendo del mismo se anota la inicial correspondiente, además que se toma la presión de entrada y salida, con el fin de detectar posibles defectos en los centros, empaques de la válvula, etc.

2.3.5 Reporte de daños y robo de llantas

Uno de los principales problemas que tienen las empresas de transportes pesado es que con frecuencia sufren el robo de llantas de sus unidades, ya sea en los predios ó en carretera, lo cuál afecta directamente a los costos de operación de estas, además de que hay que sustituir llantas por daños ocasionados a la estructura de la misma, por medio de un golpe con algún objeto punzo-cortante por una mala maniobra de manejo de los pilotos, incrustación de objetos que dañen por completo la llanta en carretera, ó bien daños que van sufriendo las llantas por el tiempo que tienen de estar rodando, etc.

Una de las ventajas de ponerle número de quemado a las llantas es que fácilmente se pueden identificar al momento de un robo, ó al momento de presentar un daño, y se hace una boleta para registrar esto, para poder hacer los cambios y anotaciones pertinentes, en la base de datos de las llantas y unidades. A través de un formato en donde se registre la información necesaria y queda a criterio del jefe de la llantería, si se deja rodando la llanta en la unidad, ya que a veces el daño es mínimo, y si se considera que no afecta en nada, se puede seguir trabajando con esta llanta lo único es que ya se tiene un reporte por si más adelante en operación, esta llanta estalla, se desbanda y no habrá necesidad de responsabilizar algún piloto de lo sucedido.

Una de las formas más efectivas para evitar el robo de llantas es colocarle marchamos a las llantas de los equipos, en uno de los espárragos de la bufa, revisando y registrando en una hoja de condición en garita cada vez que entre ó salga un equipo, cada uno de los marchamos y número de quemados de las llantas del mismo, entregando una copia al piloto, otra a tráfico y una al encargado de las llantas, para delegar responsabilidades al momento que ocurriera un robo. Si en el robo ó daño de la llanta está involucrado el personal de seguridad ó el piloto se debe tomar las acciones legales, con lo cuál los pilotos tomarán las precauciones necesarias, para que no les pase lo mismo, además que se les involucra a cuidar sus llantas y a reporta cualquier anomalía en estas, por lo que a continuación hay dos formatos de las boletas que se hacen para dejar registrado esto en el departamento de llantas y tráfico.

Tabla XXI. Reporte de llantas dañadas en las unidades

**DISEPER
 REPORTE DE LLANTAS DAÑADAS**

FECHA: **UNIDAD:**

No. QUEM	MEDIDA	MARCA	DISEÑO	POSICIÓN	TIPO DAÑO ENCONTRADO	COSTO

OBSERVACIONES:

**NOMBRE PILOTO
 QUE
 REPORTO**

DEPTO. LLANTAS

Datos necesarios para llenar estas casillas:

- 1. Unidad:** Es el número de registro, que identifica al cabezal ó equipo en donde esta la llanta dañada.
- 2. No. quemado:** Es el número de correlativo, de la llanta dañada.
- 3. Medida:** Es la medida de la llanta.
- 4. Marca:** Es la marca de la llanta, acorde a su fabricante.
- 5. Diseño:** Es el diseño de la labor de la banda de rodamiento.
- 6. Posición:** Es la posición de la llanta, en la unidad.
- 7. Tipo daño encontrado:** Es la razón, daño ó causa por la cuál se reporta la llanta.
- 8. Costo:** Es el valor de la pérdida, que ocasiona el daño de la llanta, y es el valor del vale si se le cobra al piloto.
- 9. Nombre piloto:** Es el nombre del piloto que reporto el daño.
- 10. Observaciones:** Aquí se anota toda la información que se considere que sirva de ayuda, para el cobro de las llantas.

Además de ingresar la fecha en que ocurrió el robo, la unidad a la que le robaron las llantas, el número de quemado, medida, marca, diseño y posición se deben llenar las siguientes con estos datos.

Tabla XXII. Reporte de llantas robadas a las unidades

DISEPER
 REPORTE ROBO LLANTAS

FECHA: UNIDAD:

No. QUEMADO	MEDIDA	MARCA	DISEÑO	POSICIÓN	OBSERVACIONES

CANTIDAD ROBADAS	COSTO UNITARIO	TOTAL COBRO

LUGAR DEL ROBO

 NOMBRE Y FIRMA
 PILOTO

 DEPTO. LLANTAS

Datos necesarios para llenar las casillas restantes:

- 1. Cantidad robadas:** Es el número de llantas que fueron robadas.
- 2. Costo unitario:** Es el precio de cada una de las llantas robadas.
- 3. Total cobro:** Es el valor del vale que se le va cobrar al piloto ó a la persona responsable.
- 4. Lugar del robo:** Es la localización del lugar en donde ocurrió el robo y que sirve de ayuda al momento de delegar responsabilidades.
- 5. Nombre y firma piloto:** Es el nombre de la persona en la cuál recae la responsabilidad del robo y a quién se le cobrará el vale, por el total de lo robado.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Es necesario darle mantenimiento a cada uno de los elementos que intervienen en cada uno de los procesos del departamento de llantas, para evitar que estos sufran un desgaste acelerado y disminuya su vida útil, para lo cuál es de suma importancia que periódicamente se realice el mismo, además de que con ello no ponemos en riesgo la vida ó la integridad física de los trabajadores. En cada uno de los procesos se debe aplicar el mantenimiento a diario, ya que con ello detectamos cualquier desperfecto ó daño en alguna herramienta ó elementos que interactúan con las llantas y sustituirlo a tiempo para evitar que este sufra un daño más severo y en lugar de aplicar un mantenimiento preventivo tendremos que aplicar un correctivo.

3.1 Revisión de aros

Continuamente se debe estar revisando los aros de los cabezales y equipos de la flota, ya que por el uso llegan al límite de su vida útil y empiezan a presentar defectos que pueden ocasionar un accidente ya sea en carretera, como en el predio. Se debe hacer una inspección visual a diario de estos, y corregir cualquier anomalía encontrada, ó bien en el departamento de llantas hay que tomar en cuenta que no se debe armar ninguna llanta en un aro que no este en óptimas condiciones de servicio, para evitar cualquier accidente al personal que labora en este, ó si al momento de realizar alguna reparación ó cambio de llanta, se encontrase alguno malo, se debe sustituir por uno bueno, ya que los aros son la parte de la unidad que ayuda a la llanta a soportar el peso de la carga tanto de la mercadería como el de la unidad, y es quién ayuda contener el aire de la llanta a una presión adecuada.

Es por ello que es muy importante que se revise bien cada uno de los aros, tanto convencional como radiales, que no estén rajados, quebrados, desgastados, deformados, etc.

Otro aspecto que hay que tomar en cuenta que no se debe armar llantas en aros que presenten gran cantidad de óxido, ya que este deteriora las características de los componentes de las llantas y acortan la vida útil de la misma, por lo cuál se recomienda pintar tanto por dentro como por fuera cada aro, y evitar utilizar agua, químicos ó derivados del petróleo, para armar ó desarmar una llanta, ya que caemos en lo mismo, y debilitamos la llanta más que todo en el área de la pestaña.

3.1.1 Revisión de seguros y arillos

Al momento de armar y desarmar llantas es importante revisar los seguros y arillos de los aros convencionales, ya que según las estadísticas de los accidentes que han ocurrido con el personal que trabaja con llantas, esta es la principal causa por la cuál ha habido heridos ó muertos, por usar estos en mal estado, ya sea por descuido ó por negligencia. Cuando un seguro ó arillo de un aro convencional, está rajado, quebrado, desgastado ó deformado se corre el riesgo de que se sufra un accidente y es responsabilidad del encargado del departamento de llantas y del trabajador de armar una llanta con ese elemento en mal estado, el cuál puede ocasionar en el peor de los casos la pérdida de una vida.

3.1.2 Revisión de desgastes y daños

Tanto en un aro de tipo convencional como en un radial es importante revisarlo continuamente para detectar cualquier tipo de desgaste irregular que existiese en alguna de las partes que componen el mismo, por ejemplo en un aro de tipo radial, si los agujeros que entran en el espárrago están muy desgastados ya no agarran la bufa, y se corre el riesgo que se salga la llanta de adentro y por ende ambas llantas y se ocasione algún accidente, lo mismo ocurre si el aro esta rajado ó quebrado en el área de los agujeros.

Si el aro está dañado, siendo este uno de tipo tubular y muy cercano al área de la pestaña, al momento de armar la llanta está no sellase y sé corre el riesgo que la misma estalle ó se salga del aro, y habría que enderezar el aro para que la pestaña de la llanta llegue a su lugar. Si esta es de tipo convencional hay que revisar primeramente que el seguro y los arillos del aro no estén quebrados, rajados ó deformados para no correr el riesgo de que al momento de que se arme la llanta este se salga y ocasione algún accidente, además de revisar que el aro no esté desgastado del área en donde va el separador y se corra al momento de rodar la llanta, ó que el aro esté rajado, quebrado ó deformado y cuando se instale en la unidad se dañe más.

Todos los aros ya sean convencionales ó radiales deben estar en óptimas condiciones de servicio, por lo cuál hay que pintarlos, para combatir el óxido, la corrosión, es por eso que es importante que se use el tipo de pasta de desmontaje adecuada y no se le mezcle con agua, ya que está es una de las principales causas por las cuáles se daña la parte interna de las llantas y se minimiza la vida útil de las llantas.

3.2 Reparación de llantas y tubos

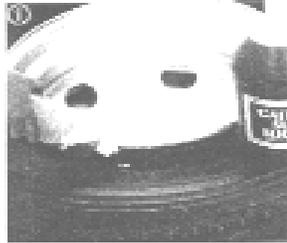
La reparación de llantas y tubos se debe hacer por personal capacitado, que tenga las nociones básicas del proceso que lleva cada uno, ya que de una buena reparación depende que no se dañe la estructura física de la llanta, y se tenga que desechar. En el país este es uno de los principales inconvenientes que toda empresa de transporte encuentra en carretera, ya que la mayor parte de los pinchazos, no cuentan con el personal calificado, ni con el material de reparación y herramienta adecuada, para hacer una reparación técnica tanto de la llanta como del tubo, y en alto porcentaje daña las llantas, por lo que al hacer una reparación en estos lugares, es conveniente que esta se revise para supervisar la calidad del trabajo efectuado.

3.2.1 Desarme correcto de llantas

Para llantas radiales el proceso de desarme es sencillo si se tiene la herramienta adecuada, como una barra de montaje y desmontaje, una espada de extracción, un separador de pestañas y un gavilán, siendo este el proceso:

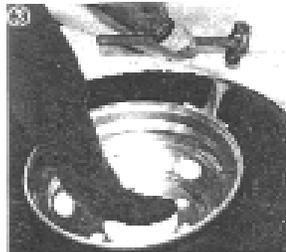
1. Extraiga el centro de la válvula con un saca centro, para sacarle el aire a la llanta.

Figura No. 21 Inicio del desarme de una llanta tipo radial



2. Al dejar de salir aire de la válvula, con una piocha despegue el área de la pestaña de un par de golpes, teniendo la llanta en posición de los agujeros ó parte frontal del aro viendo hacia arriba, hasta que suelte la llanta.

Figura No. 22 Golpes con piocha ó martillo alrededor del aro



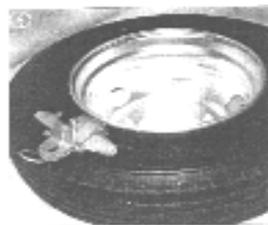
3. Levante la llanta y colóquela al revés para despegar la otra pestaña, con un par de golpes con la piocha, hasta que suelte la llanta.

Figura No. 23 Golpe con piocha del otro lado del aro



4. Aplique la pasta de desmontaje en toda el área de la pestaña en ambos lados, para lubricar y facilitar la extracción del aro.

Figura No. 24 Colocación del gavlán entre la pestaña y el aro



5. Coloque el gavilán con los rodillos blancos entre el área de la pestaña y la orilla del aro.

Figura No. 25 Empuje del gavilán para despegar el aro y la llanta



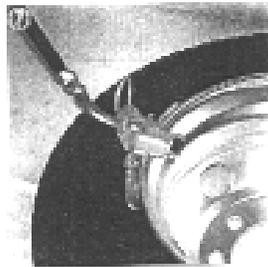
6. Coloque la planta de su pie sobre el rodillo negro del gavilán y empújelo con la fuerza de su pie hacia dentro, hasta que tope.

Figura No. 26 Colocación de la barra dentro del gavilán



7. Para estar seguro que el gavlán esta en posición, jale hacia arriba el cable que tiene, y este no se debe salir, sino insértelo de nuevo, hasta que el gavlán no se salga del área indicada.

Figura No. 27 Verificación de la colocación del gavlán en el aro



8. Coloque dentro del agujero del gavlán, la parte dentada de la barra desmontadora, insértela unos 4 dientes, tómela de la parte superior con su mano, párese enfrente de la barra encima de la llanta haciendo presión con sus pies en esta y jale la barra, y bájela poco a poco hasta que esta toque la orilla del aro, ejerciéndole presión con la fuerza que usted aplique.

Figura No. 28 Despegue de la pestaña por medio del gavlán



9. Inserte toda la barra hasta el final de los dientes, sin sacarla del agujero y jale de nuevo la barra hacia abajo, hasta que suelte por completo toda el área de la pestaña que está en contacto con el gavilán.

Figura No. 29 Colocación de la espada de extracción de la llanta



10. Levante la llanta é inserte la espada entre la pestaña y el aro, dejando los rodillos blancos hacia arriba, para que haga contacto con la llanta, asegurándose que la espada entre hasta el tope, para que no se suelte.

Figura No. 30 Palanca a la espada, hasta que suelte la pestaña



11. Al mismo tiempo jale hacia arriba la espada y deje caer la llanta hacia su posición, mientras retrocede unos pasos, para crear una especie de palanca, hasta que la llanta salga por completo del aro.

Figura No. 31 Finalización del desarme de la llanta radial



El proceso para desarmar llantas de tipo convencional es un poco más lento, ya que hay más elementos que componen la llanta armada, y la herramienta que se utiliza es más fácil de adquirir, ya que solo se requiere de una piocha y un par de espátulas.

1. Retire con el saca centro, el centro de la válvula para que salga todo el aire.
2. Coloque pasta de desmontaje en toda el área cercana al seguro.
3. Cuando el aire halla salido por completo, colóquese sobre la llanta y empiece a golpear con la piocha toda el área cercana al seguro, para que despegue la pestaña.

4. Con las espátulas retire el seguro, insertando una en el área separada del seguro y la otra bajo el seguro, se levanta y se le va dando unos golpes al seguro para que salga del aro.
5. Con una manguera de aire, eche un poco de aire, y poco a poco se va ir levantando la pestaña de la llanta hasta que esta se despegue por completo del aro.
6. De vuelta a la llanta y colóquela en el suelo, coloque un poco de pasta en toda el área de contacto de la pestaña y el aro, y proceda a golpear de nuevo con la piocha esa área, hasta que se despegue el aro.
7. Levante la llanta y de vuelta a la misma, y con la piocha golpee el aro, hasta que este salga por completo de la llanta, coloque su pie sobre la válvula y poco a poco extraiga el aro.
8. Si el aro no sale al golpearlo, es porque el protector esta pegado en él, y hay que insertar las espátulas entre el aro y el protector, haciéndole presión, para que despegue, posteriormente se para la llanta y se vuelve a golpear el aro, hasta que salga la llanta.
9. Coloque un saca-aire en la válvula, y conéctelo a una manguera de aire, y espere a que el tubo este completamente desinflado para extraerlo junto con el protector, sino uno por uno.

3.2.2 Revisión de daños e incrustaciones

Una de las principales causas por las cuáles no se hace una buena reparación, es que si no se detecta en donde está el daño ó la incrustación tanto en la llanta como en el tubo, esta será defectuosa, y la llanta no quedará en buenas condiciones de servicio, es por ello que se tiene que detectar la magnitud del daño, para ver si se puede reparar por el personal del departamento ó hay necesidad de enviarla a vulcanizar en alguna empresa de reencauche, teniendo en cuenta que si no se hace una buena reparación se corre el riesgo de que estalle la llanta. Además de revisar bien toda la llanta por dentro, para detectar cualquier incrustación de objetos que hallan causado el pinchazo.

3.2.3 Reparación de llantas

La reparación de las llantas es importante, ya que si estas no se reparan adecuadamente, al momento de enviarse a reencauche, pueden salir rechazadas por no estar en condiciones óptimas.

Dependiendo del tipo de construcción de la llanta que se va a reparar así va hacer el parche que se le va a poner, ya que existen para llantas radiales, convencionales y para los tubos. En las llantas de tubo, generalmente se hace la reparación al tubo y a la llanta sólo se le extrae el objeto que causó el pinchazo, pero se recomienda reparar también la llanta, para evitar la contaminación en la herida, provocando bolsas de aire ó separación de lonas.

Pasos para reparar una llanta:

1. Revise la llanta para detectar el objeto incrustado, inspeccione minuciosamente para determinar si se puede reparar.
2. Si se puede reparar marque el área por dentro y por fuera de la llanta, en donde está la herida.
3. Con un alicate, pinza ó tenaza remueva el objeto incrustado.
4. Con una lesna, revise por dentro y por fuera de la llanta el daño ocasionado por el objeto, para ver su magnitud.
5. Utilice un escariador en espiral para determinar el ángulo de la rotura.
6. Si el ángulo de la herida se excede en 25 grados, se debe utilizar el sistema de parche/tapón, conocido como mini-combi.
7. Centre el parche sobre la herida y marque alrededor de este un perímetro de 25 mm, para determinar el área a raspar.
8. Aplique líquido Buffer, especial para reparaciones en toda el área marcada.
9. Con el área húmeda, con el rascador de caucho, se rasca, para eliminar cualquier partícula contaminante.

10. Raspe el área marcada con una bufadora neumática de baja velocidad, máximo 5,000 rev/min., que tenga una piedra raspadora para llanta, a un ritmo constante, sin profundizar mucho el raspado.
11. Prepare la herida cortando del interior al exterior de la llanta todos los cables ó lonas utilizando un cortador, montado en un taladro ó barreno, repitiendo el proceso por lo menos unas tres veces.
12. Realizar el mismo procedimiento, solo que ahora de afuera hacia adentro, unas tres veces.
13. Con una aspiradora, jale todas las partículas de acero y hule que se encuentran dentro del agujero de la herida, no lo haga con la manguera de aire, porque se contamina.
14. Limpie el área marcada con líquido Buffer y un trapo limpio libre de pelusa, siempre desde el centro hacia fuera y deje que seque de tres a cuatro minutos.
15. Aplique solución vulcanizante a la ranura de la herida y deje que seque de tres a cinco minutos antes de pegar el parche.
16. Instale el tirador de metal en el medio de parte negra del parche/tapón.
17. Remueva el plástico del tapón.

18. Remueva el plástico del parche, sin retirarlo por completo sino que a la mitad, sin tocar con los dedos el área descubierta para evitar que se contamine.
19. Mantenga en forma horizontal el mini-combi para aplicarle solución vulcanizante, pegamento, al área negra del tapón y no se corra dentro del cojín de la llanta.
20. Inserte el tirador en el agujero perforado y hágalo hacia el exterior de la llanta.
21. Tome el tirador de metal desde el exterior del neumático, hasta que por la parte de adentro el parche llegue a su lugar.
22. Jale de nuevo el tirador y asegúrese que la flecha del parche este dirigida hacia la pestaña de la llanta.
23. Por dentro acomode bien el parche en su sitio con su dedo pulgar y presiónelo.
24. Deslice el rodillo sobre el parche desde el centro hacia fuera varias veces hasta que el parche quede bien estirado.
25. Remueva el plástico del parche y vuelva a deslizar el rodillo.
26. Si la reparación es en una llanta sin tubo, aplique en el área trabajada un poco de sellador, alrededor de esta. Si la reparación se hizo en una llanta con tubo debe aplicarse talco para evitar que el tubo se vulcanice con el parche.

27. Jale un poco el tapón por la parte de afuera y córtelo al nivel de la banda de rodamiento de la llanta y esta ya está lista de nuevo para prestar servicio en carretera.

3.2.4 Reparación de tubos

El proceso de reparación de tubos es más sencillo, pero se requiere de cuidado y conocimiento técnico para ejercer una buena reparación y garantizar el trabajo realizado, y evitar que al calibrar la llanta ya armada, esta tenga fugas de aire por una mala reparación.

Este es el proceso de la reparación de tubos:

1. Inflar el tubo a una presión mínima, girarlo poco a poco para localizar la herida.
2. Después de localizar la herida, se debe marcar con un crayón para llantas, el lugar en donde se localiza.
3. Si la herida es alargada se debe perforar en forma circular cada esquina para evitar que esta aumente su tamaño.
4. Limpie el área marcada con líquido Buffer y con un trapo limpio libre de pelusa. Si el tubo está contaminado con algún químico, lávelo con agua y jabón.
5. Seleccione el parche adecuado al tamaño de la herida. El parche debe extenderse un mínimo de 12 mm más que la herida.

6. Centre el parche en la herida y marque alrededor de este el área que se va a raspar.
7. Raspe el área marcada, para nivelar las deformidades de la superficie con la bufadora neumática, con una piedra raspadora especial para tubo, teniendo cuidado de hacerlo despacio para no romper ó dañar más el tubo.
8. Limpie el área raspada con líquido buffer del centro hacia fuera, repitiendo este procedimiento varias veces, hasta eliminar todos los contaminantes y partículas, dejándolo secar por un tiempo de tres a cinco minutos.
9. Aplique una fina capa de solución vulcanizante, pegamento, de adentro hacia fuera y déjela secar por un tiempo de tres a cinco minutos.
10. Separe el plástico del parche hacia los bordes, evitando tener contacto con el área del cojín, para que este no se contamine.
11. Centralice el parche sobre el área raspada y colóquelo en su sitio con el dedo pulgar, haciéndole un poco de presión.
12. Deslice el rodillo sobre el parche desde el centro hacia fuera, varias veces con una fuerza constante, hasta que este completamente pegado.
13. Quite el plástico transparente del parche y eche talco sobre el parche para evitar que se vulcanice el parche con la llanta y antes de instalarlo, infle el tubo y revíselo que no tenga fugas de aire.

3.2.5 Supervisión de la reparación

Toda reparación que se haga por el personal del departamento de llantas se debe supervisar que se halla hecho correctamente, para evitar reclamos por una mala reparación, por lo que el jefe ó encargado debe inspeccionar cada uno de los pasos hechos en dicho proceso. Si se hizo una mala reparación y no se corrige, en la mayoría de los casos se está echando a perder el casco de la llanta y tiene un gran porcentaje de que se vaya a rechazar al momento de enviarla a reencauchar, ó simplemente se dañe la estructura física de la llanta.

3.2.6 Correcta armada de llantas

Para no dañar el área de la pestaña, se debe tener la herramienta adecuada y el personal debe tener los conocimientos básicos de cómo armar una llanta, ya sea radial ó convencional. Muchos de los accidentes que han ocurrido se han dado por el descuido ó la inexperiencia de la persona que esta armando la llanta, principalmente en las llantas de tipo convencional, específicamente cuando esta calibrando la llanta y no colocó bien en su lugar el seguro y este se sale, provocando accidentes y a veces hasta la pérdida de vidas humanas, lo mismo sucede al calibrar una llanta y no hacerlo dentro de una jaula de hierro, para evitar que si esta estalla por alguna causa, no dañe a la persona que esta haciendo dicho trabajo.

El procedimiento para armar una llanta de tipo radial es el siguiente:

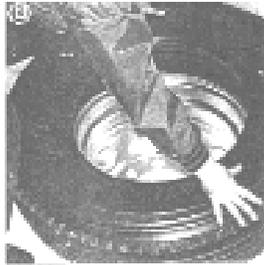
1. Con una brocha lubrique toda el área de ambas pestañas con un poco de pasta de montaje.

Figura No. 32 Lubricación del área de la pestaña y el aro



2. Coloque el aro con los agujeros hacia abajo, y coloque la llanta sobre este y con la fuerza de sus manos empújela hacia dentro del aro, apoyando su rodilla en el otro extremo, para que una de las pestañas entre por lo menos a la mitad.

Figura No. 33 Colocación de la llanta en el aro



3. Coloque la parte de forma de cuchara de la barra de montaje entre el aro y la pestaña.

Figura No. 34 Inserción de la barra de montaje



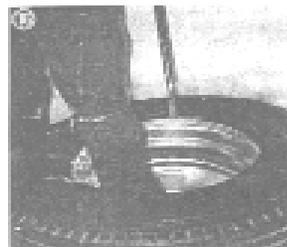
4. Coloque un pie encima del aro y el otro pie colóquelo en la parte de arriba de la llanta y hágale presión hacia abajo y jalando la barra de montaje de arriba hacia el frente, conforme va entrando la llanta al aro, corra la barra hasta que la llanta entre por completo en ese lado.

Figura No. 35 Palanca hacia el frente a la barra de montaje



5. Si no pudo montar ese lado de la pestaña, utilice la plancha para pestañas, junto con la barra de montaje, inserte en el agujero y con la parte dentada de la barra, sujétela de la parte opuesta y hágale fuerza hacia el frente hasta que la pestaña entre por completo.

Figura No. 36 Colocación de la plancha de montaje en el aro



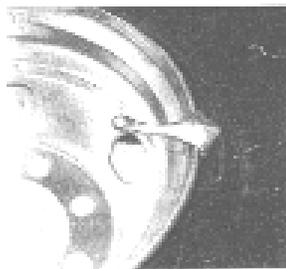
6. Antes de montar la segunda pestaña, coloque el sujetador de pestañas encima de una de las orillas del aro, para que no se salga.

Figura No. 37 Colocación del sujetador de pestañas en el aro



7. Con la cuchara de la plancha de montaje, colóquela en la parte opuesta en donde esta el sujetador de pestañas y empiece a jalar la plancha con fuerza hacia el frente para que entre la pestaña poco a poco.

Figura No. 38 Inserción de la plancha de montaje en el aro



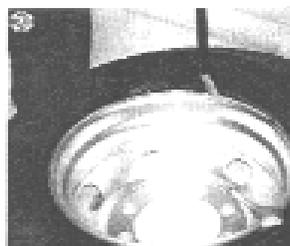
8. Si usted no tiene un sujetador de pestañas ó tiene solo uno, párese encima de la llanta, y con su pie al mismo tiempo que va jalando hacia el frente y cambiando de posición la barra, empuje la llanta con fuerza, en el lado opuesto, dejando caer su peso sobre esta.

Figura No. 39 Palanca hacia el frente a la barra de montaje



9. No utilice un martillo ó una piocha, ya que no es necesario, vaya corriendo la barra hasta que la segunda pestaña entre por completo dentro del aro. Para proteger que no se dañe la pestaña de la llanta lo más adecuado es armarla con la plancha de pestañas y la barra de montaje, ya que muchas veces se quiebra ó arranca la misma.

Figura No. 40 Correcta posición de los pies sobre la llanta



10. Coloque la llanta dentro de la jaula de hierro, y empiece a echarle aire, con una manguera que tenga una cabeza con clip, para no estarla sujetando con la mano, hasta que este a la presión recomendada.

Figura No. 41 Extracción de la barra de montaje del aro



Lo importante al momento de armar este tipo de llantas es no utilizar ningún tipo de líquido inflamable, ya que daña la estructura de la llanta, recordar que si la llanta presenta algún golpe, bolsa ó rajadura dentro y fuera de esta, no es recomendable inflarla, ya que se corre el riesgo que estalle y ocasione algún accidente ó en el peor de los casos la pérdida de vidas humanas.

Figura No. 42 Extracción de la plancha de montaje del aro



Procedimiento para armar una llanta de tipo convencional.

1. Coloque la llanta en el suelo y busque la guía que esta trae, en el área de la pestaña en donde va el seguro del aro.
2. En el lado opuesto a donde está esa guía, empiece a meter el tubo de la llanta dentro de la llanta, con la válvula hacia arriba.
3. Después de haber metido el tubo dentro de la llanta, coloque el protector del tubo, y empiece a colocarlo entre el tubo y llanta.
4. Tome el aro y colóquelo en el suelo, tome la llanta y meta la válvula dentro del espacio que tiene el aro para esta, y empiece a meter poco a poco toda la llanta.
5. Si conforme va metiendo la llanta, el protector se sale ó no esta en su posición, levante un poco el aro y con su mano vaya empujándolo hacia dentro y baje poco a poco la llanta, repita esto hasta que la llanta quede metida toda, dentro del aro.
6. Busque la guía en las pestaña, y coloque uno de los extremos del seguro encima de ella, párese sobre dicho extremo para hacerle presión hacia abajo y con una piocha empiece a golpear el seguro, para que este entre por completo.
7. Cerciórese que el seguro esta en su sitio, para lo cuál con una espátula empújelo hacia arriba, hasta que este no se salga del aro.

8. Levante la llanta y colóquela dentro de la jaula de hierro, y empiece a calibrarla con la manguera de aire, conforme va inflando de unos golpes alrededor del seguro, para que este llegue a su lugar.
9. Después de calibrar la llanta a la presión recomendada, échele un poco de agua en el área de la válvula para estar seguro que el tubo no se pinchó en el proceso de armado.

3.3 Revisión de herramienta

Toda la herramienta que se utiliza en el departamento de llantas debe ser revisada periódicamente, para ver el estado físico de la misma, y determinar si no hay que sustituir alguna por no estar en óptimas condiciones de servicio.

Involucre a cada uno de sus trabajadores en la revisión de su herramienta, y haga conciencia de los accidentes que pueden ocurrir por trabajar con herramienta defectuosa. Cada uno es responsable de hacerle mantenimiento a la herramienta, y de reportar cualquier anomalía que exista, al encargado ó jefe del departamento.

3.3.1 Marcador de llantas

Esta herramienta se utiliza para marcar el código de cada una de las llantas de la empresa, la cuál funciona a través de energía eléctrica por lo que hay que revisar que el cable y espiga este en buenas condiciones, además de limpiar con un cepillo de alambre después de que se use, toda el área en donde van los números y letras del marcador, ya que si se deja con residuos de hule, este se pega y daña esta parte.

Para evitar que el marcador se descomponga aceleradamente, evite dejarlo conectado por más de 15 minutos, ya que se dañan las resistencias y conexiones internas, por el tiempo excesivo que se mantiene conectado. Cuando esté caliente el marcador tampoco se le debe echar agua para enfriarlo, ya que el cambio brusco de temperaturas lo dañan, lo mismo sucede con las letras de este.

Cuando el marcador esta frío, después de usarlo, se debe apretar todos los tornillos que sujetan la base metálica con el mango de madera, ya que por la alta temperatura al que están expuestos, se aflojan poco a poco, y si se aprietan cuando esta caliente el marcador, se barre la rosca interna de la base y se afloja todo, y fácilmente al usarlo se provoca un corto circuito en las conexiones internas de este.

3.3.2 Pistola de impacto

Esta herramienta se debe lubricar a diario antes de uso con aceite, el cuál se echa directamente en la pistola, en la entrada de aire en el acople rápido de la parte de abajo ó bien se le puede echar el aceite en el recipiente que tiene el filtro ó regulador de aire, para que lubrique internamente cada una de los engranajes, paletas y cojinetes que componen la estructura interna de dicha pistola.

Se debe apretar cada uno de los tornillos de la pistola, ya que por la vibración, tienden a aflojarse los mismos, y si se usa así, se corre el riesgo de que se raje ó quiebre la tapadera metálica que cubre todos los engranajes y cojinetes internos, y desgasta en forma acelerada cada uno de estos.

Nunca utilice una copa desgastada de la base, ya que daña la raíz del eje de la pistola, ni tampoco utilice una pistola con la raíz del eje desgastada, quebrada ó rajada, ya que desgastará sus copas de impacto, además de que internamente dañara la pistola, por el desajuste y la extrema vibración que agarra al momento de usarla en esas condiciones.

3.3.3 Trickets

Todos los días se debe revisar el nivel de aceite hidráulico de cada uno de los trickets, para ver si esta en el nivel requerido para que funcione bien. Si este no levanta ó se queda trabado es porque le hace falta aceite y hay que nivelarlo, además de revisar que no tenga fugas de aceite, ó entradas de aire, por algún empaque u oring en mal estado.

Lo ideal es cambiar estas piezas periódicamente para evitar esto, ya que si se utiliza un tricket con fugas de aceite y entradas de aire, al momento de utilizarlo no va funcionar bien, ó se va a forzar y se dañarán cada una de las piezas internas, especialmente los empaques y el tricket dejará de funcionar.

Se debe evitar también levantar cargas muy pesadas con trickets que no tengan el tonelaje adecuado, ya que esto hace que fácilmente se arruinen y reduzcan su vida útil de servicio.

3.3.4 Piochas

Esta herramienta es la que se utiliza para desarmar llantas y debe estar en buenas condiciones, por lo que se debe revisar periódicamente, que el mango de la piocha, que es el lugar de donde se sujeta al momento de golpear, no esté rajado, quebrado ó dañado para evitar que este ocasione algún tipo de lesión al personal de la llantera ó a otra persona, por lo que es más recomendable sustituirlo por otro bueno.

Lo mismo se debe hacer con la plancha de acero, revisar que no esté rajada ó quebrada, para evitar que expulse partículas de hierro. También se debe revisar que esta plancha este bien sujeta por el mango para evitar que se salga ó este floja, y nunca utilice una piocha hechiza para desarmar sus llantas ya que la mayoría daña el área de la pestaña y le saca filo a los aros, lo cuál reduce en gran parte la vida útil de ambos.

3.3.5 Bufadoras

Esta herramienta es la que se utiliza para raspar los tubos y llantas al momento de hacer una reparación, la cuál funciona por medio de aire, pero se debe lubricar todos los días antes de utilizarla con un aceite especial, para mantener cada una de las partes internas que la componen en óptimas condiciones de servicio.

Se debe revisar que no tenga fugas de aceite y de aire, ya que esto reduce que desarrolle las revoluciones que necesita, para trabajar bien y si no se desgastaran con facilidad cada uno de sus componentes. Se debe evitar echarle cualquier otro tipo de aceite que no sea el estipulado por el fabricante y limpie a diario por fuera, ya que muchas veces se mancha de aceite, lubricantes, químicos ú otro tipo de material que puede dañar la parte de afuera de la misma.

Coloque una trampa de agua en la conexión de aire en donde utiliza la bufadora, para evitar que el agua corra por medio del óxido, todas las partes internas de esta, revise los acoples que estén buenos y no coloque dentro de la mordaza un eje mayor al que esta estipulado, ya que si no desgastará rápidamente la misma y vibrará la piedra de raspado al momento de hacer contacto con la superficie del tubo ó la llanta.

3.3.6 Mangueras y líneas de aire

Para poder calibrar bien el aire contenido en las llantas de la flota, se debe revisar que las mangueras y líneas de aire no estén quebradas, rajadas, obstruidas ó con fugas, si fuese así se debe sustituir cada una de las que este mala, para que el aire circule con normalidad y a la presión estipulada.

Se debe revisar todas las llaves de paso, filtros de aire y trampas de agua para determinar que no exista fuga de aire en ninguna parte, ya que esto repercute en el buen funcionamiento de toda la herramienta de trabajo por medio de aire, reduciendo su capacidad. Se debe chequear cada conexión y acople de cada uno de estos, si está malo se debe sustituir para evitar todo lo antes mencionado.

3.3.7 Compresores

Se debe revisar todos los días el nivel de aceite del motor, sacudir una vez a la semana el filtro de aire, para quitarle todo el polvo, y drenar a diario toda el agua acumulada para que está no viaje a través de las líneas de aire y dañe la herramienta.

Se debe sustituir cada vez que le den servicio al compresor los flipones, ya que estos se sobre calientan por el uso continuo, ya que el compresor se mantiene funcionando todo el día, por lo que mes a mes se le debe hacer servicio, el cuál incluye el cambio de aceite, filtro de aire, filtro de aceite, engrase, limpieza externa y chequeo del sistema eléctrico.

3.3.8 Kit de arme y desarme de llantas

Por ser metálicos, lo único que se debe revisar es que ninguno de los componentes de este kit, no esté rajado, quebrado ó desgastado para evitar que cuando se utilice se dañe más y ocasione algún accidente, se debe limpiar a diario para quitarle la grasa impregnada por el uso y si se puede pintar para protegerlo de la corrosión, evite lanzarlas ó tirarlas después de usarlas para que no se golpeen, ya que con esto, estamos limitándole su tiempo de servicio.

3.4 Materiales de reparación

En el mercado existe mucha variedad y calidad de materiales de reparación de llantas y tubos, y de esto dependerá en parte que se haga una buena reparación y no se dañe la estructura física de la llanta, alargando con ello su tiempo de servicio. Muchas veces por ahorrar unos centavos, se compra material de reparación que no cumple con las especificaciones mínimas de calidad, lo cuál a mediano plazo va repercutir en nuestros costos, ya que se va echar a perder mucha llanta y se tendrá mucho reclamo de las reparaciones hechas, lo cuál se refleja muchas veces con una unidad parada en carretera ó una llanta estallada.

3.4.1 Diferente calidad del producto

La calidad del producto se ve afectada muchas veces por la mala reparación que efectúe la persona, ya que por inexperiencia ó por no contar con los conocimientos técnicos que esto requiere, realiza una mala reparación del tubo ó la llanta, y no es precisamente la calidad del material de reparación el que influye en el resultado.

En el mercado existe gran variedad de marcas de materiales de reparación. En nuestro medio la mayoría de los pinchazos no cuenta con el material adecuado para realizar una reparación técnica del tubo ó de la llanta, y ponen pedazos de protector con líquido vulcanizante negro en lugar de un parche, lo que hace que con el calor interno de la llanta, este se despegue y no sirva la reparación, la cual muchas veces daña la estructura interna de la llanta, ya que raspan con una tapita ó pedazo de vidrio, en lugar de una bufadora con su respectiva piedra.

Referente a calidad la mayoría de los materiales de reparación tienen como materia prima principal la mezcla de caucho además de otras como pedazos de lonas, químicos, vulcanizantes, etc. Lo que hace que una marca tenga mejor calidad que otra, son la calidad de sus materias primas y de su proceso de fabricación, además de los estándares de control de calidad que posea cada fabricante y de la tecnología con la que cuente, por lo que no sería ético especificar una marca en sí, ya que cada una cuenta con un prestigio dentro del mercado, y ya depende de nosotros utilizar el que más nos convenga acorde al poder adquisitivo que tengamos y al tipo de servicio que recibamos de nuestro proveedor.

3.4.2 DIFERENTES TIPOS DE MATERIALES

Para diferenciar cada tipo de material, se va dividir en tres partes importantes, para una mejor comprensión, quedando así:

1. Parches para cámaras ó tubos: Son los parches 2-way que son para reparaciones permanentes y seguras, siendo estas dos veces más fuertes que la cámara en sí. Estos parches pueden ser redondos ú ovalados para cualquier tipo de corte ó perforación, siendo estos parches autovulcanizantes, ó sea que se adaptan a la forma del tubo, siempre y cuando se infle la cámara a la presión de aire indicada.

2. Parches Multi-uso: Son los parches universales, que están diseñados para uso en llanta radial y convencional. Nuevos compuestos y caucho más grueso ayudan a resistir la formación de hendiduras, estos parches también puede usarse en reparación de cámaras.

3. Parches para llantas radiales: Son los parches utilizados en las reparaciones de perforaciones ó cortes en la corona, hombro ó costado de llantas radiales, aplicados sobre el centro de la herida. Su diseño y compuesto de caucho permite flexibilidad y resistencia al calor, asegurando una reparación permanente. Con este tipo de parche no hay necesidad de aplicarlo en áreas no flexibles, rindiendo durante toda la vida del casco.

4. Parches tapón Uniseal y Radialseal: Son los parches que se utilizan para reparar heridas en la corona, hombro y costado de las llantas radiales y convencionales. Los Uniseal Ultra mantienen el rango de velocidad de las llantas y reparan heridas de hasta 1/8", 3mm y 1/4", 6mm. Este diseñado con un tapón 30% más largo, facilitando reparaciones de llantas cuya banda de rodamiento es de gran profundidad, un 25% más de espesor en el caucho del parche, fortalece la reparación y elimina la formación de hendiduras. Este parche/tapón puede ser aplicado mediante el proceso químico ó de reencauche. Los radialseal reparan heridas de 3/8", 9mm, hasta 1/2", 13mm, en llantas radiales, utilizando una técnica sencilla, ahorrando materiales y tiempo de trabajo si se compara con los sistemas de reparación tradicionales.

5. Parches para Llantas Convencionales: Son los parches BP que pueden ser utilizados en la reparación de llantas convencionales con ó sin cámara, los cuales están fabricados con una capa de caucho entre las lonas y la goma de cojín que actúa de amortiguadora de golpes, por lo que el diseño de este tipo de parche facilita una reparación más cerca del talón, eliminando así la necesidad de utilizar un parche diferente para el costado. Estos parches están fabricados para mantener la presión del aire cuando se utilizan en llantas sin cámara.

6. Tapones reforzados ó tarugos: Tienen un diseño exclusivo de nylon reforzado que facilita su aplicación, la goma gris fluye y penetra en las heridas y se vulcaniza a la llanta, por lo que pueden ser utilizados en la corona, hombro y costado de cualquier llanta, y son utilizados como relleno de heridas y reforzados con el parche adecuado.

TECNOLOGÍA DE LAS LLANTAS

Al abordar este tema se continuó con la elaboración de controles específicos que ayuden a tener más información de los movimientos hechos en la flota de cabezales y equipos, además de ver de que manera iniciamos a optimizar los recursos disponibles de la empresa, es por ello que se hará un análisis de los puntos que se consideran que pueden afectar directamente dicha optimización.

4.1 Por medida de llanta

En el mercado existen varias marcas y medidas de llantas a diferentes precios, pero al momento de seleccionar alguna, casi siempre, se busca la de menor precio, pero este criterio no es bueno, ya que por el costo bajo, la llanta tiene menor rendimiento por kilómetro y los componentes de la llanta pueden ser de baja calidad y se corre el riesgo de no rescatar por lo menos un reencauche y el casco.

Es por eso que para la toma de decisión de ese tipo se sugiere comprar una llanta que tenga el menor costo real por kilómetro, de marca reconocida en el mercado y que cuente con un producto final garantizado, más un buen servicio de asesoría técnica que nos ayude a encontrar la llanta adecuada para nuestra flota, acorde al tipo de trabajo que efectuemos, más que todo por el peso de la carga que se transporte, al terreno en donde se movilen nuestras unidades y a las características específicas del cabezal.

Para encontrar dicha llanta, se debe realizar varias pruebas de rendimiento a las llantas de un equipo específico, los cuáles podemos controlar con los formatos recomendados en el capítulo 2.

Para lograr una mejor comprensión de la decisión que se tome, se ejemplifica dos medidas de llantas una "A" y una "B" con las cuáles se analizará individualmente el rendimiento real y su costo real por kilómetro de cada una, es decir que se realizaran pruebas completas desde que la llanta nueva se instale en una unidad, hasta que se retire la llanta con una profundidad de 4/32 para reencauche. Dichas pruebas se harán a las llantas de dos unidades que tengan el mismo recorrido, tengan las mismas características físicas del cabezal ó equipo, con el mismo peso de la carga transportada, para obtener datos más reales al final de dicha prueba, ya que si no se toma en cuenta esto los resultados variarán proporcionalmente, y esto afectará al éxito de las pruebas que se monten.

Tabla XXIII. Formato de control de rendimiento llanta nueva

MEDIDA DE LLANTA "A":

CONTROL DE RENDIMIENTO LLANTA NUEVA				
Marca: " x"	Medida: 295/75R22.5	Diseño: Y1	No.Serie: SBRT12	Costo: Q1164.36
No. Quemado:6523	No. Unidad: TMG205	Posición Llanta: DD	Fecha Instalación: 150598	Kilometraje Inicial: 256,711 kms
Presión Recomendada: 90 lbs				
Fecha Revisión	Kilometraje	Profundidad /32 avos	Presión Encontrada	Observaciones
15/05/98	256,711	19	90 PSI	Se instalo en unidad
16/06/98	258,019	17	91	
12/07/98	259,332	16	90	
31/07/98	260,637	15	89	Se apretó válvula
30/08/98	261,946	14	92	
28/09/98	263,261	13	95	
31/10/98	264,566	12	90	
29/11/98	265,867	11	90	
30/12/98	267,177	10	92	
29/01/99	268,485	9	88	
27/02/99	269,800	8	89	
30/03/99	271,106	7	90	Prox Reencauche
29/04/99	272,415	6	91	Prox Reencauche
31/05/99	273,728	5	89	Prox Reencauche
28/06/99	275,033	4	90	Sale a Reencauche

Para el cálculo del rendimiento restamos del kilometraje inicial, el kilometraje final, después de hacer la primera inspección de las llantas, y lo dividimos entre el número de 32 avos que se desgastaron, por ejemplo:

$$275,033 - 273,728 = 1305 \text{ kms que es la distancia recorrida por } 1/32.$$

Hacemos el mismo procedimiento con todos y sacamos la sumatoria de las distancias recorridas, en este caso fue de 17, 668 kms. Entonces para sacar el costo por kilómetro de esta llanta dividimos el costo entre el total de kilómetros recorridos. Por ejemplo $Q1,164.36 / 17,668$ kms se tiene que el costo por kilómetro es de 0.06Q/km. Lo que indica que se gastó 6 centavos de quetzal por kilómetro recorrido.

Tabla XXIV. Control rendimiento llantas nuevas

MEDIDA DE LLANTA "B":

CONTROL DE RENDIMIENTO LLANTA NUEVA				
Marca: " x"	Medida: 11R22.5	Diseño: Y1	No.Serie: TRH089	Costo: Q1,098.75
No. Quemado:6525	No. Unidad: TMG210	Posición Llanta: DD	Fecha Instalación: 150598	Kilometraje Inicial: 185,792 kms
Presión Recomendada: 90 lbs				
Fecha Revisión	Kilometraje	Profundidad /32 avos	Presión Encontrada	Observaciones
15/05/98	185,792	19	90 PSI	Se puso tapón/metal
16/06/98	187,299	18	91	
12/07/98	188,929	17	92	
31/07/98	190,409	16	89	
30/08/98	191,914	15	90	
28/09/98	193,469	14	92	
31/10/98	194,929	13	93	
29/11/98	196,440	12	91	
30/12/98	197,942	11	90	
29/01/99	199,351	10	90	
27/02/99	200,872	9	89	
30/03/99	202,352	8	88	
29/04/99	203,869	7	90	Prox Reencauche
31/05/99	205,346	6	91	Prox Reencauche
28/06/99	206,832	5	92	Prox Reencauche
30/07/99	208,333	4	90	Sale a reencauche

Se procede a sacar el kilometraje recorrido después de cada revisión de las profundidades de la banda de las llantas, para cada dato, hacemos la sumatoria y posteriormente el cálculo del costo por kilómetro, para determinar cuál de las dos medidas tiene el menor costo.

Costo por kilómetro $Q1,098.75/22,631 \text{ kms} = 0.04 \text{ Q/km}$.

Como podemos observar, el rendimiento de la llanta de medida "A" fue de 17,668 kms con un costo por kilómetro de 0.06 centavos de quetzal, mientras que la llanta medida "B" fue de 22,631 kms a un costo por kilómetro de 0.04 centavos de quetzal, de donde podemos concluir que la medida de llanta a utilizar en la flota es la de medida "B" debido a que su costo por kilómetro recorrido es más económico.

4.2 Profundidad de labor de la banda de rodamiento

Realizando las hojas semáforo de las llantas de los cabezales y equipos de la flota a diario, podemos determinar que llantas necesitan cambio, cuál está próxima a reencauche, cuál está buena y cuál tiene algún daño en su estructura física, como un corte lateral, bolsa en el hombro, etc.

Para esto es importante calcular el costo que nos representa 1/32 de la banda de rodamiento de una llanta, acorde al tipo de diseño y costo del mismo, para determinar su valor real. Dicho cálculo es simple, ya que se puede dar como ejemplo el siguiente caso: una empresa de reparto de cemento compra una llanta nueva 1000-20 en Q 1,150.00 la cuál tiene una profundidad inicial de la labor de la banda de rodamiento de 18/32 avos. De pulgada, entonces el costo de cada 1/32 es el siguiente: Se divide el costo de la llanta entre la profundidad inicial de la labor, siendo en este caso:

$Q 1,150.00/18 = Q 63.89$ cada 32 avo de la banda de rodamiento.

El costo de 1/32 de profundidad de la banda de rodamiento es de Q63.89, siendo el mismo procedimiento el que se utiliza para determinar dicho valor en una llanta reencauchada, ya que esto varía únicamente de acuerdo al precio de la llanta, ya que este depende de la marca del fabricante, número de pliegos de carga, diseño de la banda según sea su aplicación, profundidad de la banda de rodamiento, etc.

Se debe tomar en cuenta que si la llanta trae inicialmente una profundidad de 18/32 únicamente se van a poder rodar 14/32, ya que la llanta se debe sacar a reencauche con una profundidad mínima de 4/32, para evitar que la estructura de la carcasa ó casco de la llanta sufra severos daños, ya que si no se corre el riesgo de que la llanta salga rechazada al momento de ser inspeccionada en la empresa de reencauche.

4.3 Diseño de la banda de rodamiento

Así como en las llantas nuevas cómo en el reencauche existe una gran variedad de diseño de la banda de rodamiento, con diferentes compuestos, profundidades y labores, por lo que es importante que se seleccione la banda más adecuada acorde a las necesidades de la empresa para cada uno de sus cabezales y equipos, acorde al tipo de terreno en donde va rodar, al tipo de carga y peso que se va transportar y a la aplicación específica acorde al tipo de unidad, ya que no se puede poner una llanta de tracción en un equipo de ejes libres, ya que no se está aprovechando las características de dicha llanta, a parte de que es más cara y daña los equipos, ya que la llanta tiende a rebotar y no se adhiere al pavimento como una llanta comercial, que es la que se tendría que poner en ejes libres.

Tabla XXV. Control rendimiento llanta reencauchada

Diseño Y1:

CONTROL DE RENDIMIENTO LLANTA REENCAUCHADA				
Marca: " x"	Medida: 295/75R22.5	Diseño: Y1	No.Serie: HAN912	Costo: Q888.30
No. Quemado:6087	No. Unidad: TMG421	Posición Llanta: DD	Fecha Instalación: 100598	Kilometraje Inicial: 85,711 kms
Presión Recomendada: 100 lbs				
Fecha Revisión	Kilometraje	Profundidad /32 avos	Presión Encontrada	Observaciones
10/05/98	85,711	22	100 PSI	Se coloco tapón/metal
11/06/98	86,720	20	101	
09/07/98	87,740	18	105	
10/08/98	89,760	17	95	
11/09/98	91,775	16	98	Mal apareo
09/10/98	93,795	15	100	Se corrigió el apareo
12/11/98	95,806	14	102	
10/12/98	97,819	13	105	
12/01/99	99,827	12	100	
09/02/99	101,843	11	96	
12/03/99	103,867	10	95	
11/04/99	105,892	9	101	
10/05/99	107,922	8	100	
12/06/99	109,937	7	60	Válvula floja del aro
13/07/99	111,964	6	50	Pinchada
11/08/99	113,984	5	100	Próxima reencauche
12/09/99	116,009	4	98	Sale a reencauche

Al igual que como sacamos el costo por kilómetro anteriormente, se debe calcular también, primero restamos del kilometraje final, el inicial, para cada una de las revisiones, hacemos la sumatoria para determinar el total de kilómetros recorridos, y luego dividimos el costo de la llanta entre dicho total.

Por ejemplo $116,009 \text{ kms} - 113,984 / (5-4) = 2,005 \text{ kms}$ recorridos

La sumatoria es de 30,278 kms recorridos

Costo por kilómetro = $Q888.30 / 30,278 \text{ kms} = 0.03 \text{ Q/km}$, lo que indica que se gastó 3 centavos de quetzal por kilómetro recorrido.

Tabla XXVI. Control rendimiento de diseño de banda

Diseño Y2:

CONTROL DE RENDIMIENTO LLANTA REENCAUCHADA				
Marca: " x"	Medida: 295/75R22.5	Diseño: Y2	No.Serie:PSRT12	Costo: Q927.68
No. Quemado:5247	No. Unidad: TMG412	Posición Llanta: DD	Fecha Instalación: 100598	Kilometraje Inicial: 201,933 kms
Presión Recomendada: 100 lbs				
Fecha Revisión	Kilometraje	Profundidad /32 avos	Presión Encontrada	Observaciones
10/05/98	201,933	22	100 PSI	Se coloco tapón/metal
10/06/98	203,524	20	105	
09/07/98	205,122	19	98	
10/08/98	206,725	18	45	Pinchada
11/09/98	208,316	17	100	
09/10/98	209,926	16	102	
12/11/98	211,523	15	105	
10/12/98	213,114	14	100	
12/01/99	214,714	13	98	
09/02/99	216,312	12	95	Se apretó válvula/aro
12/03/99	217,905	11	95	
11/04/99	219,500	10	98	
10/05/99	221,100	9	100	Proxima reencauche
12/06/99	222,703	8	50	Pinchada
13/07/99	224,275	6	102	Proxima reencauche
11/08/99	225,856	4	100	Sale a reencauche

Procedemos a encontrar el costo por kilómetro para este diseño de banda, para determinar cuál de los dos diseños, es el que tiene el menor costo, y de esa forma encontrar el que más le convenga a los intereses de la empresa.

Costo por kilómetro = $Q927.68 / 201,933 \text{ kms} = 0.04 \text{ Q/km}$, lo que indica que cuesta 4 centavos de quetzal por kilómetro recorrido.

Como se puede observar el diseño “ X” recorrió una cantidad de 30, 278 kms para un costo por kilómetro de 3 centavos de quetzal, mientras que el diseño “Y” recorrió una cantidad de 23,926.5 kms para un costo por kilómetro de 4 centavos de quetzal, por lo que en conclusión se tiene que utilizar el diseño “ X”, ya que este tiene un costo por kilómetro menor, lo cuál ayudaría en gran parte a reducir los costos de operación de la empresa.

4.4 Pruebas de rendimiento

Estas se deben realizar a toda llanta nueva ó reencauchada que tenga una diferente banda de rodamiento y que se halla instalada en alguna unidad específica, para determinar que características tiene acorde a los nuevos compuestos, nuevos diseños, y también basándose en el tipo de aplicación que le deseamos dar, para optimizar periódicamente el costo por kilómetro, basado en la llanta ó banda del reencauche que tenga el mejor beneficio económico para nuestra flota de unidades.

Cuando no más se instale la llanta en alguna unidad, se toma la lectura del horómetro, hubodómetro ó el kilometraje inicial para tener un punto inicial de partida, para ir sacando periódicamente las lecturas de las profundidades de la banda de rodamiento y el kilometraje, después de haber recorrido la unidad varios kilómetros y de un lapso de tiempo que sea casi igual entre cada revisión, para tener un mejor control de dicha prueba.

También se deben tomar todos los datos de la llanta como marca, medida, diseño, número de serie, número de pliegos, costo, número de reencauches, tipo de llanta, número de quemado, registro de la unidad en donde se instaló, la posición en que se instaló dentro de la unidad, fecha de instalación, kilometraje inicial, presión de inflado, etc.

Posteriormente se debe graficar los datos obtenidos a lo largo de la prueba de rendimiento, para lograr que se comprenda de una mejor forma los resultados, y con ellos sacar el mejor costo kilométrico de esa banda de rodamiento, medida ó marca que se puso a prueba, para llegar a determinar cuál es la que más le conviene a los intereses de la empresa, al minimizar los costos de operación de la misma.

Lo importante al realizar una prueba de rendimiento en las llantas, es que ambas deben ser del mismo tipo de construcción, radial ó convencional, deben tener la misma profundidad de la labor de la banda de rodamiento, el mismo diseño ó diferente cuando lo que se quiere determinar cuál es el que más nos conviene, direccional, tracción ó doble servicio, realizarlas en equipos ó cabezales que cuenten con iguales características de fabricación, pero en iguales condiciones de servicio.

Las pruebas de rendimiento son una herramienta muy utilizada en el mundo de las llantas, para determinar el costo por kilómetro más bajo, que ayude al transportista a tener en sus unidades, el tipo, diseño, medida y marca de llanta que le ayudará a disminuir sus costos, con la garantía y el respaldo técnico que le ofrece la empresa fabricante, después de varias pruebas hechas en el mercado, en condiciones de servicio semejantes.

4.5 Determinación de desgastes

Cuando una unidad de la flota de cabezales y equipos presenta en sus llantas un desgaste irregular, lo más común es que únicamente se le dé vuelta a la llanta, para que se empareje del otro lado al desgastarse, pero esta no es la solución adecuada a dicho problema, ya que este continuará.

Es de suma importancia llevar un control de todos los cabezales y equipos que sus llantas presenten un desgaste irregular y realizar un plan de mantenimiento preventivo para revisar periódicamente las partes mecánicas del tren delantero, eje trasero y ángulos de alineación.

Los desgastes irregulares en las unidades son ocasionados por el desgaste en piezas mecánicas, golpes sufridos en los ejes de dirección, cuando se cambian las piezas malas y no se revisan los ángulos de alineación, etc. En el país existen varios centros de servicio que ofrecen la alineación computarizada para los cabezales, por lo que es bueno que periódicamente se lleven las unidades a chequeo, en el que más nos convenga acorde al tipo de trabajo realizado y a las necesidades de la flota.

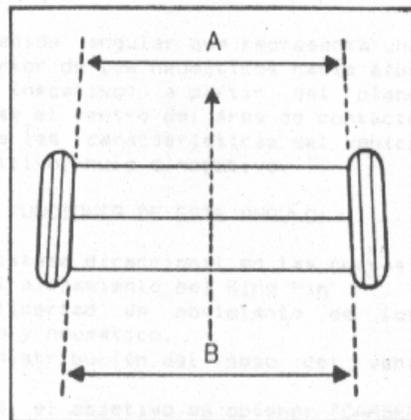
La alineación es muy importante para lograr el mejor desempeño de las llantas montadas en ejes direccionales, por lo que es necesario seleccionar no solo el tamaño y la presión correcta para las condiciones de carga máxima, sino que también hay que asegurarse que la geometría mecánica de la suspensión delantera de la unidad, este correctamente alineada.

La alineación cuando es incorrecta en la suspensión delantera es una de las principales causas del desgaste irregular de las llantas en ejes direccionales, pero en los ejes de tracción y ejes libres causa desgastes irregulares prematuros.

Los ángulos que se revisan del eje delantero son la convergencia, divergencia, caster, camber, inclinación del king pin y radio de giro.

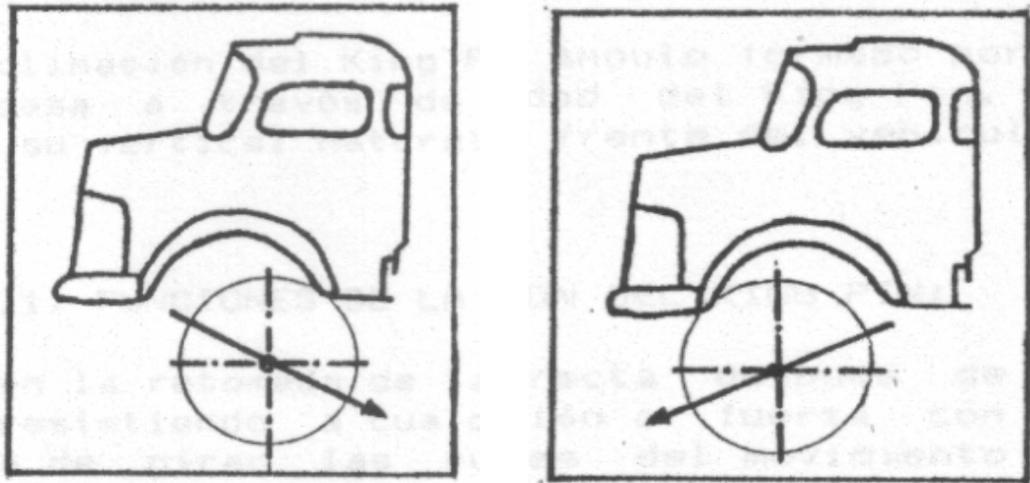
La convergencia es el ajuste en las llantas del eje direccional para que queden un poco mas cerrados en la parte delantera que en la parte trasera, dicho ajuste se efectúa para que las llantas queden paralelas cuando la unidad este en marcha. Cuando este ángulo no se encuentra en la medida correcta provoca un desgaste en diente de sierra, gradeado, de hombro a hombro en la banda de rodamiento de la llanta.

Figura No. 43 Correcta alineación de las llantas



El caster es la inclinación del kin pin hacia atrás cuando es positiva ó hacia delante cuando es negativa. Este ángulo esta formado por una línea vertical imaginaria que pasa por el centro del kin pin. Proporciona estabilidad direccional al vehículo, realinea las llantas después de las curvas, manteniendo la línea recta y evita la vibración de la llanta. El tipo de desgaste irregular más común es el desgaste oblicuo ó sea inclinado, simétrico, de hombro a hombro en la banda de rodamiento de la llanta.

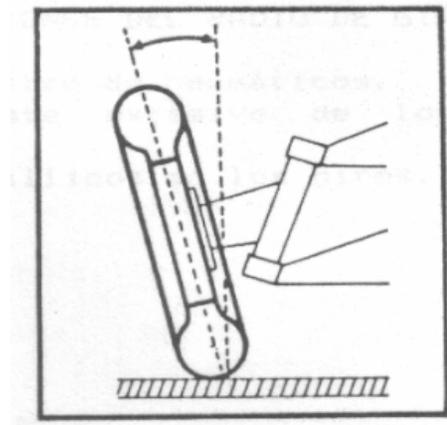
Figura No. 44 Diferentes Inclinaciones del kin pin



El camber es la medida angular que representa una inclinación de la parte superior de las llantas hacia fuera cuando es positivo y hacia dentro cuando es negativo a partir del plano vertical que tiene como base el centro del área de contacto de la llanta, dependiendo de las características de la unidad, este puede ser positivo, nulo ó negativo.

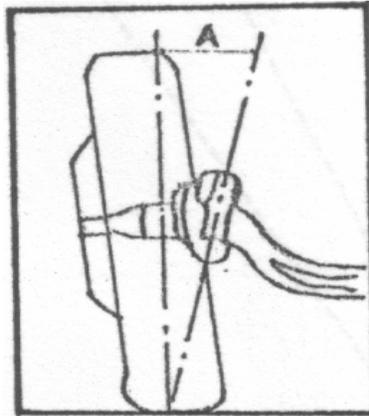
Mejora el sistema direccional en las curvas, disminuye el alejamiento del kin pin , distribuye mejor el peso de la unidad sobre las llantas, evita la libertad de movimiento de los cojinetes y compensa la flexibilidad del eje cuando la unidad esta cargada. El desgaste más común es el desgaste liso del hombro de la llanta al centro de la misma.

Figura No. 45 Angulo de inclinación de la llanta hacia fuera



La inclinación del kin pin es el ángulo formado por la línea que pasa a través de la cavidad del kin pin con relación a su vertical natural de frente del vehículo. Auxilia en la retomada de la línea recta después de las curvas, resistiendo a cualquier presión ó fuerza con la tendencia de girar las ruedas antes del movimiento del volante.

Figura No. 46 Ángulo de inclinación del kin pin



El radio de giro es el que cuando una unidad hace una curva, la llanta interna recorre una circunferencia ó trayectoria de radio menor, en relación con la llanta externa, de esa forma la llanta externa tiene que girar más que la llanta interna para que no haya arrastre en una de las llantas. Previene el arrastre de las llantas, el desgaste excesivo de las llantas en las curvas y el ruido en los giros.

La hoja de control que se propone para realizar el control de los desgastes irregulares encontrados dentro de las unidades de la flota, consiste en realizar inspecciones visuales periódicas a cada unidad, anotando con una "x" aquellos que presenten desgastes irregulares en sus llantas y anotando las fechas en las que se revisarán las piezas mecánicas y trabajo de alineación para corregir el desgaste.

DETERMINACIÓN DE COSTOS

Es de suma importancia determinar como se puede ayudar a disminuir los costos en una empresa de transporte pesado, ya que dentro de los mismos el rubro de las llantas ocupa el tercer lugar en cuanto a valor monetario se refiere, ya que el combustible y los repuestos lo preceden, es por ello que se debe tomar en cuenta todo lo que nos ayude a bajar los costos de operación.

Como hemos visto hay maneras de cómo reducir los costos, al hacer la selección de la llanta adecuada acorde a nuestras necesidades y requerimientos, darle mantenimiento diario a las llantas manteniendo la presión de aire recomendada, no sobrecargar las unidades, revisión ó sustitución de los aros específicos para cada tipo de llanta, el correcto apareo de llantas y rotación periódica de las mismas, revisión y corrección de defectos mecánicos que provoquen desgastes irregulares y tomar muy en cuenta el reencauche de las llantas, ya que este nos ayudará a bajar nuestros costos muy significativamente.

Al realizar la selección de la llanta adecuada debemos tomar en cuenta el tamaño, diseño, capacidad de carga, calidad del hule, y el tipo de aplicación ó sea si es direccional, de tracción ó doble servicio.

Al mantener la presión y la carga recomendada, estamos ayudando a prolongar la vida útil de la carcasa de la llanta, ya que rodar las llantas a baja presión, a excesiva presión, con la carga mal distribuida ó sobre cargado estamos disminuyendo las posibilidades de sacarle por lo menos un reencauche a dicha llanta. Lo mismo sucede sino se selecciona el tipo de aro correcto para cada tipo de medida de llanta, de lo contrario se expone la carcasa de la llanta a una fatiga externa, reduciendo así su vida útil y el porcentaje de reencauche de la misma, además que se puede ocasionar algún accidente, ya que se corre el riesgo de que la llanta se salga del aro.

El apareo y la rotación se debe hacer por marca, medida, diseño de la banda de rodamiento, profundidad, estructura, capacidad de carga, altura y presión de inflado de las llantas, tomando como base si son nuevas ó reencauchadas.

Referente a defectos mecánicos se debe revisar el sistema de frenos, alineación de las llantas, alineación de los ejes, el camber, el caster, cojinetes, ejes doblados y juego del kin pin ó sea revisión completa del tren delantero de la unidad. Por último el reencauche que es el que nos da ahorro y economía si se sacan las carcazas con un mínimo de 4/32 de profundidad.

5.1 Llantas en bodega

Determinar los costos de las llantas en bodega es un poco difícil de establecer, ya que depende de la cantidad de llantas que haya en bodega de ese tipo de construcción, y del costo de las mismas, ya que la mayor parte de pedidos se hacen por semana ó por requerimiento de las unidades, y continuamente va cambiando este costo.

En este caso lo más factible es sacar un valor total de los costos de las llantas, hacer un promedio acorde a la cantidad de llantas existentes y eso multiplicarlo por el número de días del mes que esta estuvo en bodega para tener un costo aproximado de lo que significa tener una llanta almacenada en bodega, pero este costo nos sirve únicamente para darle rotación a nuestro inventario de llantas.

Tabla XXVIII. Datos para control de rendimiento en llantas

5.1.1 Llanta nueva

DISEPER CONTROL RENDIMIENTO LLANTA NUEVA				
Marca: X9	Medida: 11R24.5	Diseño: Y8	No.Serie: DSX147KLM	Costo: Q1,547.98
Número Quemado: 5148	Número Unidad: DIS-114	Posición Llanta:DDF	Fecha Instalación:15/5/2000	Kilometraje Inicial: 115,274 kms
Presión Recomendada: 80 lbs				
FECHA REVISIÓN	KILOMETRAJE	PROFUNDIDAD EN 32 AVOS	PRESIÓN INFLADO (P.S.I.)	OBSERVACIONES
15/05/00	115,274	19	80	Se puso tapón/metal
16/06/00	116,779	18	80	
14/07/00	118,404	17	81	
15/08/00	119,882	16	85	
13/09/00	121,384	15	75	Falta tapón de metal
14/10/00	122,874	14	82	
16/11/00	124,421	13	25	Llanta pinchada

Al instalar una llanta en un cabezal ó equipo de la flota, automáticamente la llanta con el desgaste normal del recorrido a través de los viajes realizados en cierto lapso de tiempo va disminuyendo su valor inicial, y esto se mide acorde a la profundidad de la banda de rodamiento, lo cuál es similar al cálculo de rendimiento de una llanta específica y que ha sido puesta a prueba, pero también esto nos sirve de parámetro de información para establecer los costos de operación.

Tabla XXIX. Datos para control rendimiento llanta reencauchada

5.1.2 Llanta vitalizada

DISEPER CONTROL RENDIMIENTO LLANTA REENCAUCHADA				
Marca: X5	Medida: 275/80R22.5	Diseño: Y6	No.Serie: XZD356RTL	Costo: Q1,331.14
Número Quemado: 4925	Número Unidad: DIS- 025	Posición Llanta: DDD	Fecha Instalación: 15/5/2000	Kilometraje Inicial: 42,189 kms
Presión Recomendada: 80 lbs				
FECHA REVISIÓN	KILOMETRAJE	PROFUNDIDAD EN 32 AVOS	PRESIÓN INFLADO (P.S.I.)	OBSERVACIONES
15/05/00	42,189	22	80	Se puso tapón
16/06/00	43,194	20	80	
14/07/00	44,206	18	81	Mal apareo
15/08/00	46,220	17	85	Corrección apareo
13/09/00	48,236	16	75	Falta tapón metal
14/10/00	50,258	15	82	
16/11/00	52,276	14	85	

Caso similar es el de la llanta reencauchada, por lo que el cálculo del costo es igual para ambos tipos de llantas, ya que por separada llantas nuevas y reencauchadas, se hace una sumatoria de los costos, se totaliza y se divide entre el número de llantas existentes en ese momento, lo cuál nos da un costo promedio de la llanta, el cuál se divide dentro de 30 días y nos da el costo diario que nos significa tener una llanta en bodega, y no en carretera, produciendo un beneficio económico para la empresa.

Por ejemplo:

Si tengo en bodega 35 llantas nuevas de diferente marca, medida y diseño pero del mismo tipo, nueva ó vitalizada y tengo una sumatoria total de los costos de las mismas de Q78,985.55, entonces sólo se divide el costo total entre el total de llantas y se saca el costo promedio. Posteriormente el costo promedio se divide dentro de 30 días, para obtener el costo que nos representa tener una llanta en bodega por día.

$$Q78,985.55 / 35 \text{ llantas} = Q2,256.73 \text{ cada llanta}$$

$$Q2,256.73 / 30 \text{ días calendario} = Q75.22 \text{ por día almacenada en bodega}$$

5.1.3 Llanta desechada

Las llantas desechadas son todas aquellas llantas que por el daño sufrido en su estructura tanto externa, cómo interna ya no pueden ser utilizadas, lo cuál representa un costo y son de suma importancia para detectar las principales causas por las cuáles se han dañado dichas llantas, con el fin de minimizarlas ó corregirlas para evitar que más llantas se sigan perdiendo y reduzca en gran parte nuestro stock de llantas, lo cuál nos afectará ya que

tendremos que invertir en la compra de llantas nuevas, para poder sustituir todas estas llantas y mantener la bodega con el mínimo de llantas requeridas por las unidades de la flota.

Para calcular esto, se hace de la siguiente forma:

Se calcula el costo de profundidad de labor

Costo Prof = costo de la llanta / la profundidad inicial de labor

Costo Prof= Q1245.36 / 18 = 69.19 Q/ 32 avos.

Se mide la profundidad de labor de la llanta desechada por ejemplo 8/32 de pulgada, esto se multiplica por el costo de profundidad de labor ó sea por Q69.19, lo cuál da una pérdida de Q553.52, al mismo tiempo de que se anota cuál fue la razón ó causa por la que la llanta ya no debe utilizarse.

La pérdida total es la sumatoria de la pérdida de cada una de las llantas desechadas que se encuentren en la bodega y que se vayan a enviar a tirar al basurero, por ejemplo:

Costo Profundidad	Profundidad	Valor Perdida
Q 69.19	8	553.52
Q 75.91	11	835.01
Q90.45	13	1,175.85
Q82.75	10	827.50
Total de la Perdida:		Q3,391.88

El total de la pérdida es la cantidad de dinero perdido en las llantas, la cuál ya no se puede recuperar y afecta directamente nuestros costos.

5.2 Llanta desechada

Desde el momento que una llanta se instala, esta empieza a reducir su costo, ya que empieza a sufrir desgaste de la banda de rodaje al contacto con la superficie y empieza a soportar cargas que fatigan el casco con el tiempo de servicio, es por ello que es muy importante que cada vez que se instale una llanta nueva ó vitalizada, que se le de seguimiento al rendimiento que esta llanta puede alcanzar, para que obtengamos la información que requiramos para hacerle su récord en la base de datos.

5.2.1 Desgaste normal

El desgaste normal se da cuando la llanta no presenta ningún tipo de desgaste irregular que afecte el rendimiento de la misma, y esta llegue al kilometraje máximo para enviarla al proceso de reencauche.

Tabla XXX. Datos control rendimiento llanta nueva
LLANTA NUEVA

DISEPER CONTROL RENDIMIENTO LLANTA NUEVA				
Marca: X14	Medida: 11R22.5	Diseño: Y7	No.Serie: ZCV086LP	Costo: Q1,256.41
Número Quemado: 5136	Número Unidad: DIS-125	Posición Llanta: TIF	Fecha Instalación: 15/5/2000	Kilometraje Inicial: 147,369 kms
Presión Recomendada: 100 lbs				
FECHA REVISIÓN	KILOMETRAJE	PROFUNDIDAD EN 32 AVOS	PRESIÓN INFLADO (P.S.I.)	OBSERVACIONES
15/05/00	147,369	19	100	Se puso tapón/metal
16/06/00	148,879	18	100	
14/07/00	150,511	17	101	
15/08/00	151,989	16	105	
13/09/00	153,494	15	95	Falta tapón de metal
14/10/00	155,046	14	92	
16/11/00	156,504	13	25	Llanta pinchada
15/12/00	158,014	12	100	
17/01/01	159,514	11	101	
13/02/01	161,009	10	105	
16/03/01	162,526	9	98	
15/04/01	164,006	8	97	
12/05/01	165,516	7	100	Prox.reencauche
14/06/01	166,995	6	95	Prox.reencauche
15/07/01	168,477	5	101	Prox.reencauche
15/08/01	169,978	4	100	Sale reencauche

Desde el momento que se instaló la llanta nueva se han tomado 15 lecturas antes de retirar esta llanta a reencauche, por lo que es importante establecer el costo por kilómetro para ver el rendimiento de la misma, el cuál se calcula al hacer un promedio de los rendimientos obtenidos en cada lectura realizada, en un cierto lapso de tiempo.

Tabla XXXI. Control de kilómetros recorridos

No. Lectura	Kilometraje recorrido	Cálculo:
1	1,510	(148,879-147,369)
2	1,632	(150,511-148,879)
3	1,478	(151,989- 150,511)
4	1,505	
5	1,552	
6	1,458	
7	1,510	
8	1,500	
9	1,495	
10	1,517	
11	1,480	
12	1,510	
13	1,479	
14	1,482	(168,477-166,995)
15	1,501	(169,978-168,477)
Sumatoria Recorrido:	22,609 kilómetros	

Recorrido Promedio:

22,609 kms / 15 lecturas = 1,507.27 kms por lectura

Esto lo que nos indica es que la llanta se desgasta 1/32 avo. de profundidad de la banda de rodamiento por cada 1,507.27 kilómetros.

Cuando se calcula el rendimiento de la banda de rodamiento de la llanta, es importante tomar en cuenta dos aspectos relevantes:

1. La profundidad de la labor de la banda de rodamiento de la llanta nueva inicialmente es de 19/32 avos en la mayoría de los casos, a excepción de algunas llantas de tracción que traen más profundidad.

2. La llanta debe enviarse a reencauche cuando esta tiene 4/32 de profundidad en la labor de la banda de rodamiento.

Por lo que el rendimiento de la llanta nueva es el siguiente:

$$1,507.27 \times (19 - 4) = 22,609.05 \text{ kilómetros}$$

Donde:

El rendimiento promedio por 1/32 avos = 1,507.27 kms.

Profundidad de labor llanta nueva = 19/32 avos.

Profundidad para reencauche = 4/32 avos.

Si el valor de la llanta nueva es de Q1,256.41, entonces el costo por kilómetro no es más que la división entre el precio de compra de la llanta sobre el rendimiento de la llanta, ó sea:

$$\text{Costo por kilómetro} = \text{Q}1,256.41 / 22,609.05 = 0.05 \text{ Q/ kms.}$$

El costo por kilómetro indica que por cada kilómetro recorrido por la llanta nos cuesta Q0.05 de quetzal.

Utilizando el mismo formato de control de rendimiento de las llantas, se puede realizarlo para la llanta reencauchada, ya que como se podrá observar el cálculo del costo por kilómetro es igual en ambos casos.

Tabla XXXII. Datos control rendimiento llanta reencauchada

LLANTA REENCAUCHADA

DISEPER CONTROL RENDIMIENTO LLANTA REENCAUCHADA				
Marca: X3	Medida: 285/75R24.5	Diseño: Y4	No.Serie: MTS158ER	Costo: Q1,125.87
Número Quemado: 4956	Número Unidad: DIS-087	Posición Llanta: DIF	Fecha Instalación: 15/5/2000	Kilometraje Inicial: 74,952 kms
Presión Recomendada: 90 lbs				
FECHA REVISIÓN	KILOMETRAJE	PROFUNDIDAD EN 32 AVOS	PRESIÓN INFLADO (P.S.I.)	OBSERVACIONES
15/05/00	74,952	22	90	Se puso tapón/metal
16/06/00	75,963	20	80	Herida lateral
14/07/00	76,979	18	81	Se reparó herida
15/08/00	78,999	17	85	
13/09/00	81,009	16	75	
14/10/00	83,017	15	82	Mal apareo
16/11/00	85,026	14	85	Corrección apareo
15/12/00	87,041	13	80	
17/01/01	89,049	12	81	Desgaste irregular
13/02/01	91,063	11	85	Corrección desgaste
16/03/01	93,082	10	78	
15/04/01	95,097	9	77	
12/05/01	97,119	8	80	Prox.reencauche
14/06/01	99,131	7	78	Prox.reencauche
15/07/01	101,154	6	81	Prox.reencauche
15/08/01	103,172	5	82	Prox.reencauche
13/09/01	105,177	4	80	Sale reencauche

Después de realizar la sumatoria del recorrido que para este caso es de 30,225 kilómetros, entonces el recorrido promedio es:

$30,225 \text{ kms} / 16 \text{ lecturas} = 1,889.06 \text{ kms por lectura}$

Lo que indica que por el desgaste de 1/32 avo. de profundidad de labor, la llanta reencauchada recorre aproximadamente 1,889.06 kms.

El cálculo del rendimiento de la llanta reencauchada es:

$1,889.06 \times (22-4) = 34,003.12 \text{ kilómetros}$

El costo por kilómetro = $1,125.87 / 34,003.12 \text{ kms} = 0.03 \text{ Q} / \text{kms}$.

5.2.2 Desgaste irregular

En casi todas las empresas de transporte pesado el jefe de taller ó el gerente de servicio, no le dan importancia a la eliminación ó reducción de los desgastes irregulares, esto es debido a que desconocen la cantidad de dinero que se esta perdiendo en las llantas de las unidades de la flota y que directamente afectan los costos de operación de la empresa, es por ello que se debe hacer conciencia de esto a ellos, mecánicos, choferes y personal del departamento de llantas.

El desgaste irregular es ocasionado por dos principales causas, fallas mecánicas y alineación de las llantas de la unidad, referente a las fallas mecánicas son todas aquellas piezas ó partes que debido al uso se han fatigado y desgastado, por lo que es necesario reemplazarlas. La alineación de las llantas y ejes se deben realizar cada vez que se cambian llantas, y se deben revisar los ángulos de alineación periódicamente, como parte de un mantenimiento preventivo, ya que los desajustes en ambos ejes son ocasionados por golpes en carretera, como baches, banquetazos, accidentes, etc.

Muchas veces sólo cuando el desgaste irregular es muy severo, es cuando se le da la importancia que se merece, ya que esto reduce considerablemente el rendimiento de las llantas y su vida útil.

El costo de los desgastes irregulares se determina basándose en el costo de profundidad de labor, pero solo es un cálculo aproximado ya que esto depende del recorrido de cada unidad, pero da a conocer la cantidad aproximada de dinero que se está perdiendo, por ejemplo:

Se calcula el costo de profundidad de labor de la llanta, aquí se asumirá que es de Q69.19 por 1/32 de profundidad. Se realiza una inspección a cada llanta de una unidad que presente desgaste irregular y se determina el número de llantas y se multiplica por el costo de profundidad ó sea $Q69.19 \times 3 \text{ llantas} = Q207.57$, lo cuál indica la pérdida que tiene la unidad por los desgastes irregulares, el cuál puede ser semanal ó mensual, dependiendo del recorrido y número de viajes de la unidad.

Lo importante es hacer conciencia que entre más grande sea la flota de cabezales y equipos, mayor será la cantidad de dinero pérdida por desgastes irregulares, por ejemplo si tenemos una flota de 10 unidades ó sea un total de 100 llantas, de las cuáles 20 llantas presentan desgaste, se tiene una pérdida de $20 \text{ llantas} \times 207.57 = Q4,151.40$ que puede ser semanal ó mensual y que a corto plazo afectan nuestros costos de operación, ahora si la flota es grande imagínese cuanto dinero se perderá.

5.3 Identificación de beneficios

Es de suma importancia que se identifique los beneficios obtenidos a través de la implementación de estos controles, y que se reflejan en directamente en los costos, bodega y unidades de la flota.

5.3.1 Costos

Siendo este rubro el más importante para las empresas, se debe hacer un análisis del comportamiento de los costos a lo largo del tiempo, después de implementar los controles, para identificar y establecer los beneficios.

Tabla XXXIII. Control de costo de las llantas nuevas

**DISEPER
COSTO DE LLANTA
NUEVA
ENERO 2000 - DICIEMBRE 2003**

MES	AÑO			
	2000	2001	2002	2003
ENERO	Q35,356.25	Q33,894.25	Q32,994.56	Q31,556.87
FEBRERO	Q38,478.56	Q35,774.36	Q35,145.36	Q34,789.25
MARZO	Q35,011.89	Q34,014.55	Q33,896.74	Q33,145.69
ABRIL	Q37,899.71	Q35,145.36	Q34,984.12	Q34,058.47
MAYO	Q42,147.85	Q36,196.58	Q36,036.45	Q35,112.76
JUNIO	Q46,556.32	Q38,923.50	Q38,112.47	Q37,251.33
JULIO	Q40,478.12	Q36,788.02	Q36,569.20	Q35,140.35
AGOSTO	Q39,660.75	Q37,111.74	Q36,773.21	Q36,101.59
SEPTIEM	Q38,776.23	Q36,669.75	Q36,557.89	Q35,473.12
OCTUBRE	Q43,156.89	Q40,587.25	Q40,448.96	Q38,859.28
NOVIEMB	Q41,226.39	Q38,795.84	Q37,998.75	Q37,314.91
DICIEMBR	Q45,564.70	Q42,096.79	Q40,477.56	Q39,653.44
TOTAL	Q484,313.66	Q445,997.99	Q439,995.27	Q428,457.06

En este cuadro se puede ver el comportamiento del costo en que se incurrió durante cada uno de los meses, antes y después de iniciados los controles sobre las llantas de las unidades de la flota de cabezales y equipos, en el cuál se puede observar que se fue disminuyendo los costos en cuanto a la compra de llantas nuevas, ya que el comprar en exceso llanta nueva hace que se incrementen de manera significativa los costos de operación de una empresa de transporte, por lo que el jefe de departamento ó encargado de la bodega y unidades, debe instalar únicamente llantas nuevas en el eje delantero de los cabezales y en casos muy especiales en los ejes de tracción, pero es más favorable utilizar llanta reencauchada en estos, pero en los equipos se instalarán según sea las necesidades del tipo de trabajo.

Tabla XXXIV. Control de costo de llanta reencauchada

**DISEPER
COSTO DE LLANTA
REENCAUCHADA
ENERO 2000 - DICIEMBRE 2003**

MES	AÑO			
	2000	2001	2002	2003
ENERO	Q28,994.75	Q29,553.21	Q30,455.63	Q32,004.85
FEBRERO	Q27,778.56	Q28,224.98	Q35,145.36	Q34,789.25
MARZO	Q30,455.20	Q31,693.84	Q32,188.84	Q33,278.60
ABRIL	Q32,659.48	Q33,395.47	Q34,984.12	Q35,088.36
MAYO	Q34,899.40	Q35,423.18	Q36,163.58	Q37,334.25
JUNIO	Q36,112.65	Q37,489.12	Q38,112.47	Q39,488.74
JULIO	Q35,147.52	Q36,788.02	Q37,254.99	Q38,661.08
AGOSTO	Q33,455.10	Q34,075.06	Q35,184.60	Q36,335.88
SEPTIEM	Q31,478.94	Q33,045.85	Q34,778.69	Q36,011.86
OCTUBRE	Q32,823.00	Q33,878.96	Q35,210.45	Q36,621.22
NOVIEMB	Q30,142.67	Q32,645.11	Q33,952.40	Q34,883.48
DICIEMBR	Q33,763.29	Q35,112.85	Q36,523.80	Q37,417.33
TOTAL	Q387,710.56	Q401,325.65	Q419,954.93	Q431,914.90

En este cuadro se puede ver el comportamiento a través de los meses de la llanta reencauchada, la cuál se fue incrementando la inversión ya que a mediano plazo el reencauche es la razón por la cuál se bajan los costos de operación hasta en un 40%, ya que de acuerdo al mantenimiento que se le ha dado a las carcazas de las llantas, aros de las unidades y el seguimiento a los controles establecidos en estas, se tiene que tener un alto porcentaje de reencauchabilidad, para aprovechar y prolongar la vida útil de las llantas, lo cuál nos beneficia y disminuye nuestros costos de operación.

Con el paso de los años se pudo observar dichos beneficios, ya que el 85% de la flota de cabezales y equipos estaba con llanta reencauchada, y el stock de llantas en bodega se incremento en un 15%, lo cuál mejora nuestra disponibilidad a la hora de alguna emergencia ó necesidad de cambio de llantas, ya sea porque se va sacar llantas a reencauche ó sustituir una llanta estallada, para mantener las unidades en óptimas condiciones de servicio y evitar retrasos innecesarios.

Tabla XXXV. Control de costo de llantas malas

**DISEPER
COSTO DE LLANTAS
MALAS
ENERO 2000 - DICIEMBRE 2003**

MES	AÑO			
	2000	2001	2002	2003
ENERO	Q20,253.88	Q17,355.20	Q15,046.12	Q12,147.23
FEBRERO	Q24,556.36	Q15,045.69	Q13,112.65	Q10,236.56
MARZO	Q25,123.56	Q16,045.36	Q14,562.80	Q10,956.45
ABRIL	Q19,774.23	Q14,745.20	Q11,452.13	Q9,562.47
MAYO	Q20,148.74	Q14,563.20	Q10,856.74	Q9,125.64
JUNIO	Q19,856.12	Q16,859.02	Q13,250.17	Q10,148.56
JULIO	Q22,874.55	Q15,741.31	Q14,148.26	Q11,056.45
AGOSTO	Q21,225.60	Q16,859.42	Q13,346.57	Q10,352.15
SEPTIEM	Q20,962.50	Q14,859.12	Q11,095.62	Q9,748.12
OCTUBRE	Q18,112.03	Q15,456.89	Q12,562.31	Q9,854.96
NOVIEMB	Q18,478.96	Q14,774.62	Q11,566.28	Q9,510.03
DICIEMBR	Q19,456.23	Q15,875.63	Q12,159.63	Q10,075.68
TOTAL	Q250,822.76	Q188,180.66	Q153,159.28	Q122,774.30

En este cuadro se puede observar de una mejor manera los beneficios obtenidos después de implementar los controles, mantenimiento y pruebas de rendimiento en las llantas de la unidades de la flota de cabezales y equipos, ya que se disminuyó significativamente el costo de las llantas malas que estaban en la pila de desecho, ya que se incrementó la vida útil de las llantas en un 20%, se hizo más selectiva la compra de cascos reencauchados, ya que anteriormente se compraba con muchos parches internos, de cualquier marca y con grandes reparaciones, con facilidad estallaban y en la mayoría de los casos no se reconocía la garantía de los mismos, además de comprar solo llanta de marcas y diseños reconocidos.

Esto se logró al involucrar a los pilotos de las unidades en el mantenimiento de las llantas de su cabezal y del equipo que tuvieran asignado, obligándolos a calibrar sus llantas cada vez que los despachaban y antes de echar combustible en las bombas, lo que cambió después al poner personas que calibrarán las llantas cada vez que un piloto llegaba a la bomba, y extenderle una boleta de calibración antes de echarles combustible, además del cambio de los empaques de las válvulas del aro, para evitar que fugas de aire, ya que una de las principales causas por las cuáles se dañaban más las llantas era por rodarlas a baja presión.

Tabla XXXVI. Análisis de costos de las llantas

**DISEPER
ANÁLISIS DE COSTOS
ENERO 2000 – DICIEMBRE
2003**

AÑO	2000	2001	2002	2003
LLANTA NUEVA	Q484,313.66	Q445,997.99	Q439,995.27	Q428,457.06
LLANTA REENC	Q387,710.56	Q401,325.65	Q419,954.93	Q431,914.90
LLANTA MALA	Q250,822.76	Q188,180.66	Q153,159.28	Q122,774.30
TOTAL COSTO	Q1,122,846.98	Q1,035,504.30	Q1,013,109.48	Q983,146.26
DIFERENCIA	Q0.00	Q87,342.68	Q109,737.50	Q139,700.72
% AHORRO	0%	8%	10%	12%

En este cuadro se puede observar el comportamiento de los costos de operación, los cuales iban disminuyendo en un 2% anual hasta el año 2003, esperando que para el año 2008 según la proyección, los costos hallan disminuido en un 20%, si se siguen aplicando los controles ya establecidos y si se buscan maneras de mitigar las causas por las cuáles se estallan las llantas, se establece una planificación de mantenimiento de cada uno de los componentes de las llantas como aros, seguros, válvulas, empaques, etc.

El porcentaje de disminución de los costos de operación, es relativamente poco, pero este se mantuvo a pesar de que se incrementó en un 10% el número de cabezales y equipos de la flota, si no este porcentaje se estima que hubiese sido un poco mayor al reflejado en dicho cuadro.

Una de las razones por las cuáles se pudo llevar a cabo la implementación de los controles en las llantas de los cabezales y equipos es que siempre se contó con el apoyo incondicional de la gerencia en cada una de las mejoras propuestas, involucrándose directamente en cada una de las actividades realizadas que ayudaron a obtener dichos resultados, es por ello que si desea obtener resultados positivos en su empresa, debe darle todo el apoyo al encargado del departamento de llantas, para que conjuntamente alcancen dicho objetivo, tomando en cuenta cada uno de los favores que puedan impedir llegar a ello.

5.3.2 Bodega

Los beneficios que se obtuvieron en la bodega fueron específicamente que se llegó a controlar todas las entradas y salidas de llantas y materiales de reparación, tubos, protectores y aros, además de que se hizo un inventario de la herramienta que había y de la nueva que se compró, ya que no se contaba con un registro de la misma.

Seguidamente se ordenó la bodega por medida de llantas, diseños y tipo de construcción, para que fuese más fácil el llevar un inventario diario de las llantas que hay en la bodega, para enviar una llanta a carretera, al momento de instalar una llanta en alguna unidad, ya sea por cambio ó sustitución, y para llevar mejor controles sobre estas, ya que no se contaba con estos, por ello se implementó un control de la misma, a través de un sistema de computación que permitiera establecer registros de todas las llantas, materiales de reparación, herramienta y accesorios y poder realizar modificaciones a diario del inventario existente, quedando archivadas todas las entradas y salidas de estos.

Se ordenó de tal manera que se dejaron las llantas ubicadas en una secuencia de la que tiene más demanda y alta rotación a la de menos demanda, para que se perdiera el mínimo tiempo al momento de buscar y sacar una llanta de la bodega, y agilizar de esa forma el proceso de cambio, lo mismo se hizo con los accesorios y materiales de reparación, para agilizar el proceso de reparación de los tubos y llantas de las unidades de la flota.

5.3.3 Vehículos de la flota

Los beneficios obtenidos en la flota de cabezales y equipos fue que se llegó a controlar todos los movimientos que se hicieran en las llantas de estos, a través del sistema de computación que se estableció se llegó a alcanzar este objetivo, además de sacar toda la información necesaria para crear una base de datos que registrará dichos cambios.

Al momento de iniciar a implementar estos controles no se tenía ninguna información de las llantas de cada una de las unidades, y se les instalaba cualquier tipo de llanta, por lo que al momento de hacer el estudio de campo se encontró un desorden de medidas y malos apareos en las llantas de dichas unidades, lo cuál se fue corrigiendo poco a poco hasta tener la flota bien ordenada y en óptimas condiciones de operación, además que se pudo ya implementar pruebas de rendimiento, control de presiones y causas por las cuáles se perdían más llantas, y lo cuál se reflejó en la disminución de los costos de operación al aplicar y supervisar las formas para reducirlos, al seleccionar la llanta adecuada a las necesidades del tipo de trabajo, mantener las presiones y cargas recomendadas, corrección de defectos mecánicos, revisión de aros, buenos apareos y rotaciones de llantas, y sobre todo porque se implementó una planificación bien estructurada del reencauche de las llantas de todas las unidades.

CONCLUSIONES

1. Con el estudio de campo de la flota, se logra obtener la información de las llantas, se crea una base de datos para llevar registros de los cambios y movimientos que se hagan en los cabezales y equipos, analizando, así, las necesidades inmediatas y poder cuantificar la inversión inicial.
2. El corregir los apareos de las llantas por diseño y medidas en cada una de las unidades facilita el implementar los controles, pruebas de rendimiento, para obtener el menor costo por kilómetro, identificando cuál es el más rentable, acorde a las necesidades de la empresa.
3. Al identificar las causas por las cuáles las llantas presentan desgastes irregulares, se deben corregir de inmediato a través de la alineación y mantenimiento preventivo, disminuyendo, así, el porcentaje de llantas rechazadas é incrementar el de reencauche.
4. Se capacitó al personal que conforma el departamento de llantas, para que tuvieran toda la información respecto del uso y control de las llantas de una manera más técnica, ya que, la poca que tenían era la que habían adquirido a través de la experiencia y era muy empírica.
5. La mayoría de los casos se compran llantas basándose en la poca inversión inicial debido al bajo precio de estas y no en base al costo por kilómetro que es lo más rentable, pero eso se debe a que no se cuenta con un sistema de controles que ayuden a identificar dicha información.

6. El seguimiento que se dió a través de los controles a las llantas de los cabezales y equipos de la flota, ayuda a identificar la llanta que tiene el menor costo por kilómetro, garantizando así, la selección de la de mejor rendimiento para cada tipo de trabajo requerido, acorde a las necesidades de la flota.

7. Se estableció una reducción de los costos de operación de un 2% anual, la cuál en el primer año fue del 8% hasta de un 12%, para lo que significó un ahorro de Q139,700.72 por lo que si se sigue aplicando los controles establecidos, en un término de un par de años esta reducción puede llegar alcanzar un 20%.

RECOMENDACIONES

1. El estudio de campo da la información necesaria para llegar a conocer cómo se encuentran las llantas de la flota, por lo que se recomienda hacer el mismo por lo menos 2 veces en el año, para establecer un control administrativo que optimice a las mismas, contribuyendo, así, a la reducción de los costos de operación.
2. Realizar un análisis de la información obtenida en dicho estudio, para la toma de decisiones, realizando un plan de trabajo que ayude a planificar los movimientos y correcciones necesarias en las unidades, para empezar a implementar los controles requeridos y reducir así los costos de operación.
3. Es importante establecer un programa de mantenimiento preventivo en las unidades de la flota, para revisar las piezas mecánicas tanto del eje delantero como trasero, evitando que las llantas se desgasten, prematuramente ó que se aumente el costo por kilómetro.
4. Crear programas de capacitación para el personal que trabaje en puestos operativos y administrativos dentro de la empresa y que tengan relación con el manejo y uso de las llantas, con el fin de crear un equipo de trabajo que contribuya a simplificar los procedimientos y controles de estas, agilizando así cada una de las actividades de la empresa y obteniendo unidades en óptimas condiciones de operación.

5. Al comprar llantas para las unidades de la flota, se debe tomar en cuenta el costo por kilómetro de cada una de las opciones que se tengan, y no por su bajo precio, pero, también, se deben buscar marcas reconocidas que nos garanticen un producto de buena calidad; siempre teniendo otras alternativas al hacer pruebas en nuevos diseños, ya que, con los avances de la tecnología y a la misma necesidad del mercado día con día, los fabricantes buscan garantizar la vida útil de la carcasa ó banda de reencauche con el menor costo por kilómetro, todo ello, para reducir los costos de operación, de sus clientes, para que tenga su flota en óptimas condiciones de operación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bandag, incorporated. **Las bandas del mundo bandag.**
Costa Rica, 1993.
2. Bridgestone-firestone / hulera el centenario,s.a. **Manual de información técnica para llantas de camión.** México,D.F. 1989.
3. Bridgestone-firestone / hulera el centenario,s.a. **Manual de control de llantas para camión en flotillas.** México,D.F. 1989.
4. Bridgestone-firestone / hulera el centenario,s.a. **Manual de ventas técnicas de llantas para camión para flotillas.** México, D.F. 1989.
5. Bridgestone- firestone. **Radial tire conditions analysis guide.**
U.S.A. 1994
6. Cía hulera goodyear oxo, s.a. **Manual de análisis de flotillas.**
México, D.F. 1990.
7. Cía hulera goodyear oxo, s.a. **Factores que afectan la duración de las llantas de camión.** México, D.F. 1994.
8. Hankook tires. **Pattern digest.** Japan, 2004.

9. Salguero Morales, Haroldo René. **Manual para el control administrativo de neumáticos que se utilizan en las flotas de vehículos.** Tesis Ing.Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1997. 89 pp.

10. Schmelkes Corina. **Manual para la presentación de anteproyectos e informes de investigación.** México: Harla, 1988.

11. The goodyear tire & rubber company. **Radial truck tire construction.** U.S.A. 1988.

12. The goodyear tire & rubber company. **Radial truck tire service manual.** U.S.A. 1988.

13. The gaither tool company. **Mounting and dismounting the radial tires.** U.S.A. 1999.

ANEXOS

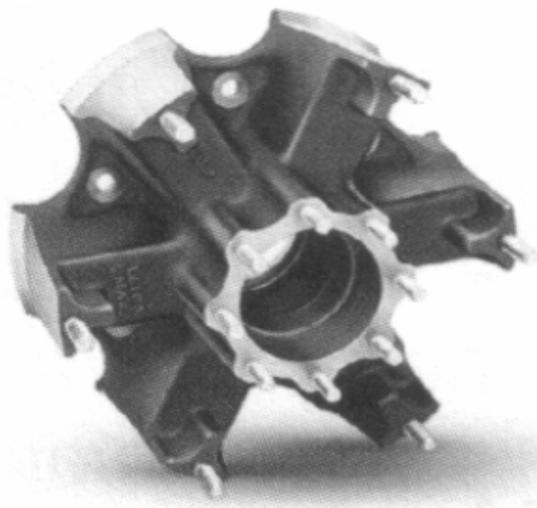


Figura No. 47 Bafa del eje

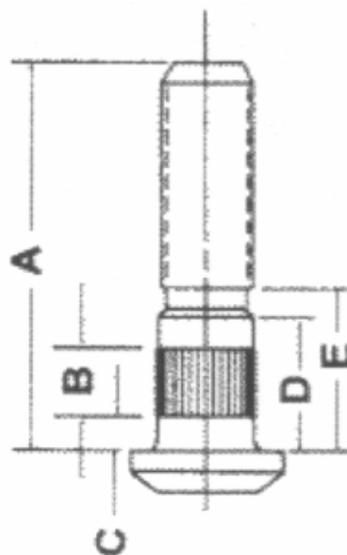


Figura No. 48 Espárrago de bafa



Figura No. 49 Furgón de tres ejes

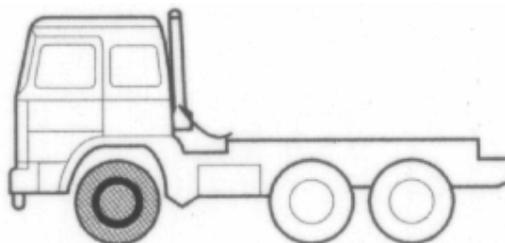


Figura No. 50 Cabezal ó trailer



Figura No. 51 Palangana de tres ejes

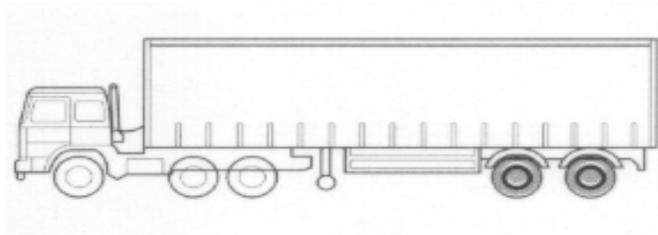


Figura No. 52 Cabezal con araña y contenedor refrigerado

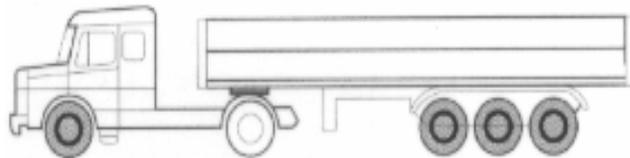


Figura No. 53 PLATAFORMA DE TRES EJES

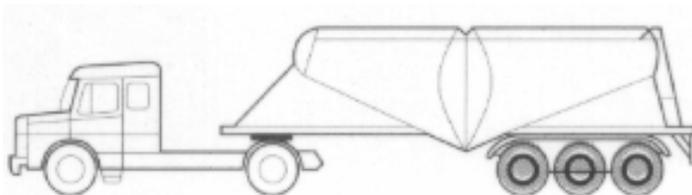


Figura No. 54 PIPA DE TRES EJES

Figura No. 55 Tablas de presión

TABLAS de PRESION vs. CAPACIDAD de CARGA

CAMION

LIMITE DE CARGA PARA DIFERENTES PRESIONES (PSI)

MEDIDA	60		65		70		75		80		85		90		95		100		105		110		115		120																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
825-80	5	2680	3	2070	5	2700	3	2090	5	3370	3	2550	5	3000	3	2170	5	2730	3	2200	5	2850	3	2100	5	2650	3	2250	5	2900	3	2200	5	2800	3	2300	5	2950	3	2350	5	3000	3	2400	5	3050	3	2450	5	3100	3	2500	5	3150	3	2550	5	3200	3	2600	5	3250	3	2650	5	3300	3	2700	5	3350	3	2750	5	3400	3	2800	5	3450	3	2850	5	3500	3	2900	5	3550	3	2950	5	3600	3	3000	5	3650	3	3050	5	3700	3	3100	5	3750	3	3150	5	3800	3	3200	5	3850	3	3250	5	3900	3	3300	5	3950	3	3350	5	4000	3	3400	5	4050	3	3450	5	4100	3	3500	5	4150	3	3550	5	4200	3	3600	5	4250	3	3650	5	4300	3	3700	5	4350	3	3750	5	4400	3	3800	5	4450	3	3850	5	4500	3	3900	5	4550	3	3950	5	4600	3	4000	5	4650	3	4050	5	4700	3	4100	5	4750	3	4150	5	4800	3	4200	5	4850	3	4250	5	4900	3	4300	5	4950	3	4350	5	5000	3	4400	5	5050	3	4450	5	5100	3	4500	5	5150	3	4550	5	5200	3	4600	5	5250	3	4650	5	5300	3	4700	5	5350	3	4750	5	5400	3	4800	5	5450	3	4850	5	5500	3	4900	5	5550	3	4950	5	5600	3	5000	5	5650	3	5050	5	5700	3	5100	5	5750	3	5150	5	5800	3	5200	5	5850	3	5250	5	5900	3	5300	5	5950	3	5350	5	6000	3	5400	5	6050	3	5450	5	6100	3	5500	5	6150	3	5550	5	6200	3	5600	5	6250	3	5650	5	6300	3	5700	5	6350	3	5750	5	6400	3	5800	5	6450	3	5850	5	6500	3	5900	5	6550	3	5950	5	6600	3	6000	5	6650	3	6050	5	6700	3	6100	5	6750	3	6150	5	6800	3	6200	5	6850	3	6250	5	6900	3	6300	5	6950	3	6350	5	7000	3	6400	5	7050	3	6450	5	7100	3	6500	5	7150	3	6550	5	7200	3	6600	5	7250	3	6650	5	7300	3	6700	5	7350	3	6750	5	7400	3	6800	5	7450	3	6850	5	7500	3	6900	5	7550	3	6950	5	7600	3	7000	5	7650	3	7050	5	7700	3	7100	5	7750	3	7150	5	7800	3	7200	5	7850	3	7250	5	7900	3	7300	5	7950	3	7350	5	8000	3	7400	5	8050	3	7450	5	8100	3	7500	5	8150	3	7550	5	8200	3	7600	5	8250	3	7650	5	8300	3	7700	5	8350	3	7750	5	8400	3	7800	5	8450	3	7850	5	8500	3	7900	5	8550	3	7950	5	8600	3	8000	5	8650	3	8050	5	8700	3	8100	5	8750	3	8150	5	8800	3	8200	5	8850	3	8250	5	8900	3	8300	5	8950	3	8350	5	9000	3	8400	5	9050	3	8450	5	9100	3	8500	5	9150	3	8550	5	9200	3	8600	5	9250	3	8650	5	9300	3	8700	5	9350	3	8750	5	9400	3	8800	5	9450	3	8850	5	9500	3	8900	5	9550	3	8950	5	9600	3	9000	5	9650	3	9050	5	9700	3	9100	5	9750	3	9150	5	9800	3	9200	5	9850	3	9250	5	9900	3	9300	5	9950	3	9350	5	10000	3	9400	5	10050	3	9450	5	10100	3	9500	5	10150	3	9550	5	10200	3	9600	5	10250	3	9650	5	10300	3	9700	5	10350	3	9750	5	10400	3	9800	5	10450	3	9850	5	10500	3	9900	5	10550	3	9950	5	10600	3	10000	5	10650	3	10050	5	10700	3	10100	5	10750	3	10150	5	10800	3	10200	5	10850	3	10250	5	10900	3	10300	5	10950	3	10350	5	11000	3	10400	5	11050	3	10450	5	11100	3	10500	5	11150	3	10550	5	11200	3	10600	5	11250	3	10650	5	11300	3	10700	5	11350	3	10750	5	11400	3	10800	5	11450	3	10850	5	11500	3	10900	5	11550	3	10950	5	11600	3	11000	5	11650	3	11050	5	11700	3	11100	5	11750	3	11150	5	11800	3	11200	5	11850	3	11250	5	11900	3	11300	5	11950	3	11350	5	12000	3	11400	5	12050	3	11450	5	12100	3	11500	5	12150	3	11550	5	12200	3	11600	5	12250	3	11650	5	12300	3	11700	5	12350	3	11750	5	12400	3	11800	5	12450	3	11850	5	12500	3	11900	5	12550	3	11950	5	12600	3	12000	5	12650	3	12050	5	12700	3	12100	5	12750	3	12150	5	12800	3	12200	5	12850	3	12250	5	12900	3	12300	5	12950	3	12350	5	13000	3	12400	5	13050	3	12450	5	13100	3	12500	5	13150	3	12550	5	13200	3	12600	5	13250	3	12650	5	13300	3	12700	5	13350	3	12750	5	13400	3	12800	5	13450	3	12850	5	13500	3	12900	5	13550	3	12950	5	13600	3	13000	5	13650	3	13050	5	13700	3	13100	5	13750	3	13150	5	13800	3	13200	5	13850	3	13250	5	13900	3	13300	5	13950	3	13350	5	14000	3	13400	5	14050	3	13450	5	14100	3	13500	5	14150	3	13550	5	14200	3	13600	5	14250	3	13650	5	14300	3	13700	5	14350	3	13750	5	14400	3	13800	5	14450	3	13850	5	14500	3	13900	5	14550	3	13950	5	14600	3	14000	5	14650	3	14050	5	14700	3	14100	5	14750	3	14150	5	14800	3	14200	5	14850	3	14250	5	14900	3	14300	5	14950	3	14350	5	15000	3	14400	5	15050	3	14450	5	15100	3	14500	5	15150	3	14550	5	15200	3	14600	5	15250	3	14650	5	15300	3	14700	5	15350	3	14750	5	15400	3	14800	5	15450	3	14850	5	15500	3	14900	5	15550	3	14950	5	15600	3	15000	5	15650	3	15050	5	15700	3	15100	5	15750	3	15150	5	15800	3	15200	5	15850	3	15250	5	15900	3	15300	5	15950	3	15350	5	16000	3	15400	5	16050	3	15450	5	16100	3	15500	5	16150	3	15550	5	16200	3	15600	5	16250	3	15650	5	16300	3	15700	5	16350	3	15750	5	16400	3	15800	5	16450	3	15850	5	16500	3	15900	5	16550	3	15950	5	16600	3	16000	5	16650	3	16050	5	16700	3	16100	5	16750	3	16150	5	16800	3	16200	5	16850	3	16250	5	16900	3	16300	5	16950	3	16350	5	17000	3	16400	5	17050	3	16450	5	17100	3	16500	5	17150	3	16550	5	17200	3	16600	5	17250	3	16650	5	17300	3	16700	5	17350	3	16750	5	17400	3	16800	5	17450	3	16850	5	17500	3	16900	5	17550	3	16950	5	17600	3	17000	5	17650	3	17050	5	17700	3	17100	5	17750	3	17150	5	17800	3	17200	5	17850	3	17250	5	17900	3	17300	5	17950	3	17350	5	18000	3	17400	5	18050	3	17450	5	18100	3	17500	5	18150	3	17550	5	18200	3	17600	5	18250	3	17650	5	18300	3	17700	5	18350	3	17750	5	18400	3	17800	5	18450	3	17850	5	18500	3	17900	5	18550	3	17950	5	18600	3	18000	5	18650	3	18050	5	18700	3	18100	5	18750	3	18150	5	18800	3	18200	5	18850	3	18250	5	18900	3	18300	5	18950	3	18350	5	19000	3	18400	5	19050	3	18450	5	19100	3	18500	5	19150	3	18550	5	19200	3	18600	5	19250	3	18650	5	19300	3	18700</

Figura No. 56 Rendimiento vrs. Presión

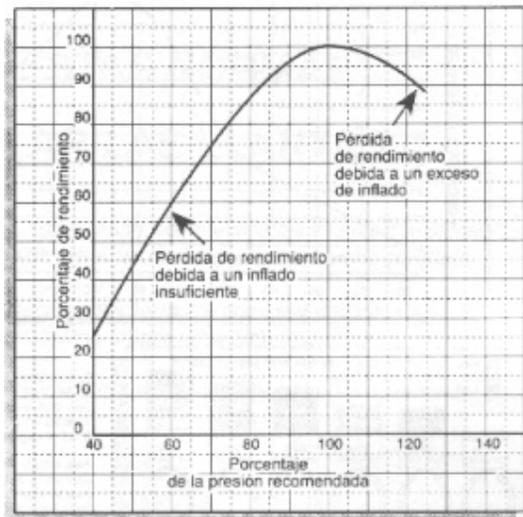
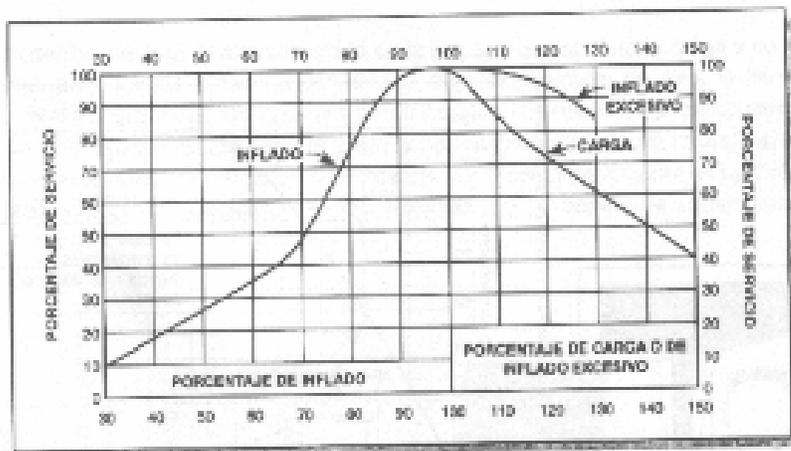


Figura No. 57 Porcentaje de servicio de la presión



GRAFICA DEL PORCENTAJE DE SERVICIO DE LA PRESION

