



UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN

OSCAR LUCERO MOYA

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Mecánica

# Trabajo de Diploma

**Título:** Entorno operacional y respuestas dinámicas, económicas y técnicas, de los camiones North Benz, en la empresa Servicar Holguín.

Autor: Yoan Ramón Labrada Sol.

Tutor: MSc. Ing. Buenaventura Rubén Rigol Cardona.

Tutor de la empresa: Ing. Osbeidy Hernández Durán.

Holguín 2011.

# DEDICATORIA

**DEDICATORIA.**

Se dedica este trabajo a todos aquellos profesores que han contribuido con el aporte de sus conocimientos a mi formación como futuro profesional, y a mis padres, que gracias a su extraordinario esfuerzo y apoyo han permitido mi estancia durante cinco años en la Universidad.

# AGRADECIMIENTOS

## **AGRADECIMIENTOS**

Se reconoce de manera especial a nuestro tutor Buenaventura Rigol por el tiempo que dejó de estar junto a su familia para ofrecernos su ayuda incondicional.

Agradecer a Osbeidy Hernández Durán por la ayuda ofrecida en la Empresa Servicar y a todo el personal del departamento técnico y el taller especialmente a Orlando, Berta, Milanés, Zoila, Sergio, Armando y demás personal del centro por su trato cordial y extendernos la mano de amigo siempre que nos hizo falta.

No puede faltar el agradecimiento a mis padres Ramón Labrada y Miriam Sol, quienes me brindaron su apoyo y confianza en estos cinco años.

# RESUMEN

## **RESUMEN**

El presente Trabajo de Diploma se desarrolló en la empresa de transporte de carga Servicar Holguín, sobre 39 camiones de procedencia china, de la marca North Benz, que representan el 52,7 % del total del parque. Para un buen funcionamiento de estas máquinas se estudiaron las condiciones de explotación, los desempeños teórico y real, a partir de las rutas por donde transitan, dando lugar a la construcción de la característica tractiva de la máquina. Se desglosa el régimen de mantenimiento en sus formas: preventivo, revisiones mecánicas y correctivo; se analiza el empleo de los tiempos en taller y en reparación para cada una de ellas; se realizó el diagrama de Pareto mediante el cual se pudieron determinar los sistemas de los camiones que más fallaron en todo el año y se calcularon los principales indicadores del transporte como son: el coeficiente de disponibilidad técnica, la eficiencia energética de las transportaciones, el coeficiente de aprovechamiento del recorrido y el consumo de combustible. Al concluir ésta investigación se demostró mediante la característica tractiva que estos vehículos deben transitar a una velocidad de 60 km / h y el mayor tiempo de indisponibilidad técnica se debe a la falta neumáticos y elementos del sistema de transmisión.

# SUMMARY



## **SUMMARY**

The present paper was developed in Servicar Holguín, a cargo transportation enterprise, owning 39 North Benz Chinese trucks. These trucks represent the 52,7 % of the fleet. For a good operation of these machines, the conditions of exploitation were studied, the theoretical and real performances, starting from the routes for where they traffic, giving place to the construction of the tractive characteristic of the machine. The maintenance regime is studied in its forms: preventive, mechanical revisions and corrective; the employment of the repair and work shop times is analyzed for each one of them; it was carried out the Pareto's diagram of the systems of the trucks, to determine those that had the biggest failures in the whole year; and the main transportation indicators were calculated, such as: coefficient of technical readiness, energetic efficiency of the transportations, the coefficient of use of the journey, and the consumption of fuel. When concluding this investigation it was demonstrated by means of the tractive characteristic that these vehicles should be driven to a speed of 60 km / h and the biggest time of technical unavailability is due to the lack of tires and elements of the transmission system.

# ÍNDICE

## ÍNDICE

Contenido	Página
Introducción	1
Capítulo I: Fundamentación teórica.	9
1.1. Caracterización de la Empresa Servicar Holguín.	9
1.2. Caracterización de los talleres.	11
1.3. Caracterización de los Camiones Chinos North Benz.	11
1.4. Relación del problema planteado con la Ingeniería Mecánica.	13
1.5. El transporte automotor.	13
1.6. Elementos básicos de confiabilidad.	15
1.7. Función del mantenimiento en la empresa.	18
1.7.1. Ciclos de mantenimiento aplicados en la empresa SERVICAR.	19
1.7.2. Características y Fases de Mantenimiento Preventivo.	20
1.7.3. Desventajas de la aplicación de un Sistema de Mantenimiento Preventivo.	21
1.7.4. Análisis del sistema de mantenimiento en la empresa SERVICAR.	22
1.8. Relación de índices de la actividad de transporte de carga.	23
1.9. Factores que influyen en la conducción económica del automóvil.	27
1.9.1. Portadores energéticos empleados en la empresa SERVICAR.	31
CAPITULO 2. Entorno operacional de los camiones North Benz.	35
2.1. Cualidades de explotación de las máquinas automotrices.	35
2.2. Condiciones de explotación de las rutas.	36
2.3. Construcción de la característica tractiva de los North Benz.	39
2.4. Estudio del régimen de mantenimiento de la flota de camiones North Benz durante el año 2010.	41
2.4.1. Explotación de los camiones North Benz en la empresa.	41
2.4.2. Análisis del mantenimiento preventivo planificado a los camiones North Benz.	42
2.4.3. Análisis del mantenimiento correctivo a los camiones.	45

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>2.4.4. Procedimiento para la confección de la Curva de Pareto en el análisis del mantenimiento correctivo a los camiones.</b>	<b>48</b>
<b>2.5. Comportamiento de los indicadores de explotación durante el año 2010.</b>	<b>51</b>
<b>2.5.1. Coeficiente de Disponibilidad Técnica (CDT).</b>	<b>51</b>
<b>2.5.2. Coeficiente de aprovechamiento del recorrido (<math>\beta</math>).</b>	<b>53</b>
<b>2.5.3. Eficiencia energética de las transportaciones (<math>E_f</math>).</b>	<b>55</b>
<b>2.5.4. Consumo de combustible (km / L).</b>	<b>56</b>
<b>2.6. Factores que intervienen en el aumento del consumo de combustible y algunos consejos para contrarrestarlos.</b>	<b>57</b>
<b>2.7. Análisis energético.</b>	<b>59</b>
<b>2.8. Valoración económica y ambiental de la propuesta planteada.</b>	<b>60</b>
<b>2.9. Contribución de este trabajo a la defensa de la Patria.</b>	<b>60</b>
<b>CONCLUSIONES.</b>	<b>63</b>
<b>RECOMENDACIONES.</b>	<b>65</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>67</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>76</b>

# INTRODUCCIÓN

## INTRODUCCIÓN

Con la denominación de transporte automotor se agrupa al más universal modo de transportación de mercancías y pasajeros del mundo. La generalizada difusión de ésta modalidad de transporte desde los inicios del pasado siglo, ha sido una condición indispensable en la vida moderna. Los modos de transporte constituyen un factor fundamental en los países cuyas actividades económicas están basadas en el intercambio y son necesarios para el desarrollo económico. Sin transporte adecuado se producirá solamente lo necesario para el consumo de la población local. Las ventajas que presentan algunas regiones o provincias respecto a la producción de algunos bienes no serán aprovechadas, si no existe la posibilidad de trasladar los productos o los recursos de un lugar a otro.

Por lo que el transporte va estrechamente unido al desarrollo económico; de hecho clasifica como el sector terciario del Producto Interno Bruto (PIB), principal indicador de la economía de los países<sup>1</sup>. El transporte es un elemento muy significativo y necesario de la sociedad moderna, sin embargo, la creciente y decisiva necesidad que supone su existencia se considera, cada vez más, una pieza clave de la larga lista de efectos secundarios no deseados que origina la sociedad.

Los atascos de tráfico hacen que las ciudades resulten menos agradables y reducen la eficiencia del sistema de transporte puesto que aumentan la duración del trayecto, el consumo de combustible y el estrés del conductor<sup>2</sup>. Uno de los efectos medioambientales negativos del tráfico es su contaminación atmosférica.

Cada litro de combustible que se quema produce, aproximadamente, 100 gramos de monóxido de carbono - CO, 20 gramos de compuestos orgánicos volátiles, 30 gramos de óxidos de nitrógeno - NO<sub>x</sub>, 2,5 kilogramos de dióxido de carbono – CO<sub>2</sub> y otra serie de sustancias que incluyen compuestos del plomo, del azufre, así como partículas ligeras. Todos estos componentes están relacionados, en mayor o menor grado, con los problemas de contaminación atmosférica que causan desde efectos directos en la salud de los habitantes de una determinada ciudad, hasta consecuencias a nivel global, como es el efecto invernadero<sup>3</sup>.

Otra de las necesidades actuales en el transporte de carga es el uso racional de los portadores energéticos, como una tarea de primordial importancia para cualquier país, en especial para los no productores de petróleo, dados los altos precios que éste y sus derivados poseen en la actualidad y el agotamiento de sus reservas<sup>4</sup>.

El vertiginoso desarrollo de la ciencia y la técnica en nuestros días, tiene una repercusión importante en la producción industrial, y en general, en todas las ramas de la economía. El transporte en general, como elemento indispensable de enlace entre las empresas productoras, distribuidoras y comercializadoras, no puede rezagarse en este proceso de desarrollo. En específico, en el transporte automotor, se han producido incrementos importantes en la cantidad de vehículos, en su diversidad, en su capacidad de carga y velocidades de movimiento de sus unidades y en el aumento de los niveles de transportación de pasajeros, lo que trae como consecuencia el necesario desarrollo de la infraestructura y de los métodos científicos que utiliza la explotación técnica, como ciencia de la ingeniería, que en la esfera del transporte, se enfoca hacia el logro de la máxima reducción de los recursos destinados al desarrollo de los procesos de transportación, junto al más completo aprovechamiento de su capacidad de trabajo<sup>5</sup>.

La introducción de los logros de la ciencia y la técnica en los vehículos de transporte ha venido acompañada del aumento de su complejidad constructiva, y por tanto, de sus costos, conjuntamente con una mayor dependencia de las empresas comercializadoras, para el desarrollo del servicio técnico de los mismos, lo cual coloca a los explotadores de las flotas vehiculares a merced de los precios que éstas establezcan<sup>6</sup>. De ahí la importancia de contar con criterios técnicamente fundamentados para la selección del parque vehicular, para buscar una adecuada correspondencia entre las características constructivas del vehículo y los requerimientos que imponen las condiciones de explotación a que serán sometidos, y delimitar, en medio de la avalancha de introducción de modificaciones constructivas, cuáles reportan mejoramientos sensibles y necesarios de sus cualidades explotativas, y cuales constituyen elementos superfluos, que solo encarecen su costo de inversión y de explotación.

En el caso de nuestro país en particular, un sistema de transporte eficiente adquiere una significación mayor. Nadie escapa a la realidad industrial cubana, matizada por la enorme necesidad de explotar eficaz y eficientemente las maquinarias instaladas y elevar a niveles superiores la actividad de operaciones. El tamaño, la disposición geográfica y los viales de nuestro país hacen que los costos de transporte sean un condicionante muy fuerte para el desarrollo económico de distintas regiones, lo que obliga a buscar soluciones cada vez más eficientes<sup>7</sup>.

En la actualidad son mayores cada día los avances tecnológicos en que se ve envuelta la sociedad en la rama del transporte, por lo que la efectividad del funcionamiento del transporte automotor, está determinada por la productividad, el precio de costo y la seguridad del movimiento. Todo esto depende fundamentalmente del estado técnico de los vehículos que realizan la transportación. Para realizar una explotación correcta de estos vehículos de carga que son procedentes de otra nación, cuestión que trae consigo que en su diseño y fabricación no se tuvo en cuenta ni el clima, ni el relieve cubano, es necesario mantener su fiabilidad técnica. Por ello se hace indispensable un estudio detallado de éstos vehículos para saber cómo influyen las características de nuestras rutas y las cargas a que éstos son sometidos, en el desgaste de la funcionalidad de dichas máquinas automotrices y de tal manera planificar mejores planes de mantenimiento que nos permita alargar la vida útil del vehículo<sup>8</sup>.

En toda empresa transportista, el área de mantenimiento es punto vital para el logro del desempeño empresarial, la cual: debe poseer estructura y organización bien definida, orientar sus acciones al negocio y a la empresa, disponer de un sistema de costo simple y definido, actuar con velocidad de respuesta, eficiencia y eficacia<sup>9</sup>.

El personal de mantenimiento debe accionar con términos económicos y todos deben velar por los costos. La actividad de mantenimiento debe ajustarse a la política económica que dicta la directiva, ajustarse al presupuesto operativo, debe contar con soporte informático adecuado, aplicar un control sistemático e inteligente, ajustar la planeación y la programación de las acciones de mantenimiento y cuidar los medios y recursos del área<sup>10</sup>. En ésta actividad se definen concretamente los aspectos de economía, mano de obra, medios - recursos, eficiencia y eficacia.

**La actividad de mantenimiento no ha estado exenta de dificultades<sup>11</sup>:**

- Estancamiento en la adquisición, asimilación y difusión de nuevas tecnologías de mantenimiento.
- Desconocimiento del equipamiento, maquinarias, dispositivos y sistemas tecnológicos, así como, la forma de repararlos.
- Ignorancia, despreocupación u orden de prioridades equivocado por parte de las direcciones de Empresas u Organismos respecto a la Actividad de Mantenimiento.



- Deficiente o nulos, los fondos destinados a la implementación no solo de nuevas Tecnologías de Mantenimiento, sino de la Actividad de Mantenimiento como tal, debido a la mentalidad de invertir, crecer y producir más, pero no de mantener.
- En la mayoría de los casos, las compras de nuevo equipamiento y transferencias de tecnologías de punta, se realizan sin tener en cuenta la asimilación por parte de quienes la van a reparar (personal de Mantenimiento).
- No se conocen o no se tienen en cuenta los costos de Mantenimiento, ni cuanto beneficio (en valores) reporta la actividad de Mantenimiento.

El paradigma cubano de la actividad del mantenimiento, se rige a partir de los pilares socioeconómicos nacionales y la posibilidad tangible del mejoramiento de la calidad del servicio de mantenimiento como una de las puntas estratégicas del desarrollo industrial y de servicio. Así como el empleo de tecnologías apropiadas autóctonas de mantenimiento, como resultado de la fusión, asimilación y adaptación de tecnologías de mantenimiento extranjeras, que constituyen pasos en la evolución científico – tecnológicas. Se hace necesario incorporar, la formación de nuevos valores según los requerimientos actuales que posibiliten un cambio de mentalidad, forma de actuar y de hacer las cosas<sup>12</sup>.

En los sistemas de mantenimiento con el apoyo del procesamiento electrónico de datos, se busca almacenar el máximo posible de información relacionada con los equipos (registros) y materiales (repuestos), establecen las tareas adecuadas para la ejecución de intervenciones programadas por los mantenedores y operadores, define el momento adecuado para la ejecución y los recursos que serán utilizados (planificación), reducen las tareas burocráticas de los ejecutantes de mantenimiento, al tiempo que se completan los registros de otras áreas, directas o indirectamente implicadas con la función del mantenimiento<sup>13</sup>.

Contar con un buen sistema de mantenimiento en las empresas es de gran importancia, ya que con éste se consigue hacer un uso más eficiente de la energía.

Hoy en día, el disponer y manejar de manera adecuada las principales variables vinculadas a la economía energética, resulta decisivo para enfrentar los retos del presente y el futuro. En particular, en el plano nacional, las características y estructuras del Balance Energético del país con su alta dependencia de las importaciones, la significativa participación de los combustibles fósiles en la oferta energética nacional, los problemas del uso eficiente y conservación de la energía y

otros, resaltan ésta importancia, dada la incidencia de todos estos problemas en las metas de desarrollo, que sostiene el país.

La transportación de cargas por carreteras en Cuba muestra elementos positivos, consecuencias de la tendencia tradicional de finales del siglo XIX, como son: orientación al equipamiento técnico, gran cantidad de máquinas automotrices de uso general, cierta especialización del material rodante, y existencia de centros de carga o “nudos de transporte”. Se señalan también: mejora de la estructura del parque según el tipo de combustible consumido, el empleo y la cantidad de carga, implantación de medidas de protección del medio ambiente y de la seguridad de las transportaciones, el uso de los sistemas tecnológicos del transporte (Sistema de Posicionamiento Global), entre otras<sup>14</sup>.

En el siglo XXI se evidenció que la gravedad y dimensiones de los problemas acumulados en el transporte sólo se resolverían con un programa complejo a largo plazo, que involucrara a más sectores estatales y actores sociales. El objetivo final del programa es asegurar el servicio de transporte con un sistema altamente eficiente, diversificado y que contribuya al balance económico intraregional. Los problemas actuales más acuciantes son: ampliar y mejorar las carreteras, y paralelamente *“organizar y priorizar la atención y calidad de los servicios técnicos en función del mantenimiento y disponibilidad técnica de los medios de transporte, incluyendo el sector no estatal”*<sup>15</sup>.

El cambio de los paradigmas en la esfera del transporte en Cuba se hace apreciable en 1991, cuando la mayoría de los equipos de transporte eran soviéticos, con notorio atraso tecnológico y de los que planteó el entonces Presidente de la República *“los conocemos bien y podemos decir que, por lo menos, trabajaban y eran equipos fuertes; pero, indiscutiblemente, el gasto de combustible era tremendo”*<sup>16</sup>.

En el año 2004 algunas realizaciones de la Revolución Energética en dirección de revertir tal situación, se concretan en reciclar una enorme cantidad de medios de transporte de diversas instituciones civiles y militares<sup>17</sup>. A la vez se reordena la transportación de cargas en algunas provincias, y se critican las dificultades para recauchotar o “recapar” los neumáticos, partiendo de nuestra pobre cultura tecnológica hacia éste<sup>18</sup>.

En Cuba, el transporte automotor constituye un eslabón indispensable para la economía interna, de ahí que el país se trazara importantes estrategias en este sector. Particularmente, nuestro Gobierno adquirió modernos vehículos de

transporte de carga de la marca china North Benz a través del Ministerio de Transporte (MITRANS). Sus características técnicas fundamentales son: fecha de fabricación 2008, motor de combustión interna diesel de 6 cilindros y potencia de 206 kW a 2200 min<sup>-1</sup>, refrigerado por agua, con 8 velocidades en su caja de marchas, masa propia de 11,2 t, capacidad de carga de 25 t, y notación de neumáticos 12.00 – 20<sup>19</sup>.

El trabajo basa sus esfuerzos en una flota de camiones chinos North Benz, que se desempeñan específicamente en el transporte de carga en la Empresa SERVICAR de Holguín, por lo requiere de gran importancia mantener en óptimas condiciones el estado técnico de éstas máquinas para cumplir con los objetivos trazados por la empresa. Para poder lograr lo antes expuesto, es necesario realizar un análisis detallado del sistema de mantenimiento y de las condiciones de explotación a las que están sometidos éstos vehículos en nuestro país, ya que uno de los factores que afectan directamente al material rodante son las condiciones de las carreteras, que son evaluadas como regulares y malas.

**Situación problemática:** la mejora de la calidad del servicio de transportación de la empresa SERVICAR, es una necesidad para el cumplimiento de su misión social, con buenos resultados económicos, de ahí la importancia de realizar un estudio de las condiciones de explotación, los desempeños teórico y real de los camiones North Benz, utilizados fundamentalmente en transportar la canasta básica de la población.

**Problema de investigación:** ¿cómo se comportan dinámica, económica y técnicamente los camiones chinos North Benz en la provincia Holguín?

**Objeto de estudio:** los camiones chinos North Benz en la provincia Holguín.

**Campo de acción:** las respuestas dinámica, económica y técnica de los camiones chinos North Benz en la provincia Holguín.

**Hipótesis:** si se determinan la característica tractiva, los indicadores más importantes del transporte para los camiones chinos North Benz en la provincia Holguín, respectivamente; se podrán obtener sus respuestas dinámica, económica y técnica.

**Objetivo general:** determinar las respuestas dinámica, económica y técnica de los camiones chinos North Benz en la provincia Holguín.

**Tareas a realizar:**

1. Determinar las características técnicas fundamentales de los camiones North Benz.

2. Caracterizar las condiciones de explotación de los camiones North Benz.
3. Determinar el tráfico que realizan los camiones North Benz.
4. Construir la característica tractiva de los camiones North Benz.
5. Conocer el desempeño económico de los camiones North Benz.
6. Determinar los principales indicadores del transporte y establecer una comparación de estos con los camiones Kamaz para evaluar los resultados.

Para dar cumplimiento al objetivo del proyecto se utilizó el **método de investigación** análisis y síntesis, presentes en todo el proceso de investigación para el procesamiento de la información y la elaboración de conclusiones. Se realizarán entrevistas y análisis de documentos para conocer el estado actual de operación y mantenimiento de los camiones chinos North Benz. Se tuvo en cuenta el criterio de los expertos para valorar la factibilidad de implementación y los resultados esperados.

El informe escrito se estructura con: introducción, 2 capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

# CAPÍTULO I

## **CAPÍTULO I: Fundamentación teórica.**

En el desarrollo de este capítulo aparece la estructura de la empresa Servicar, así como las características de los camiones North Benz. Se establece la relación que existe entre el problema de investigación y la función del ingeniero mecánico, además se abordan una serie de contenidos de indicadores del transporte y mantenimiento que son útiles para el posterior desarrollo del tema.

### ***1.1. Caracterización de la Empresa Servicar Holguín.***

La Empresa Servicar Holguín fue creada el 17 de Abril del 2002 con personalidad jurídica independiente y patrimonio propio, mediante la Resolución No. 150 / 2002 del MITRANS, y con domicilio en Carretera Central Vía Tunas y Circunvalación, km 769, Ciudad Holguín, Provincia Holguín.

Tiene como misión brindar un servicio rápido y eficaz a los clientes con una alta profesionalidad y eficiencia, que garantice el cumplimiento de sus necesidades, sustentada en los siguientes valores: respeto al cliente, la motivación del hombre como cuestión fundamental y voluntad de mejorar y modernizar continuamente.

Su objeto social fue aprobado por la Resolución No. 357 del 30 de diciembre del 2004 del Ministerio de Economía y Planificación (MEP), correspondiente con:

- ❖ Ofrecer servicios de transportación de carga a entidades pertenecientes al MITRANS y a entidades vinculadas con la Batalla de Ideas y la Canasta Básica, en moneda nacional, a entidades extranjeras y mixtas en divisas y a entidades fuera del MITRANS en moneda nacional y divisa.
- ❖ Ofrecer servicios de alquiler de vehículos tractivos y de arrastre, a entidades del sistema del MITRANS en moneda nacional, a entidades no pertenecientes al sistema del MITRANS en moneda nacional y divisas, y en caso de entidades extranjeras y mixtas en divisa.
- ❖ Prestar servicios de mudanzas a personas naturales cubanas y entidades pertenecientes al MITRANS en moneda nacional, a extranjeros y a entidades extranjeras y mixtas en divisas y a entidades no pertenecientes al MITRANS en moneda nacional y divisa.
- ❖ Brindar servicios de agencias de carga a entidades pertenecientes al MITRANS en moneda nacional, a entidades extranjeras y mixtas en divisa y a entidades no pertenecientes al MITRANS en moneda nacional y divisa.
- ❖ Prestar servicios de auxilio en la vía de mantenimiento y reparación de vehículos,

ponchera, chapistería y pintura a entidades perteneciente al MITRANS en moneda nacional, a entidades extranjeras y mixtas en divisa y a entidades fuera del MITRANS en moneda nacional y divisa.

Además la política de calidad establece que<sup>20</sup>: “*El propósito de la empresa es la prestación de un servicio de transportación de forma rápida y segura, mantener un nivel de disponibilidad técnica que permitan cumplir con las exigencias del cliente y continuar trabajando por la excelencia en los servicios*”. Tal Política es aprobada por el Director de la Empresa, después de acordarse por el Consejo de Dirección. La misma es comprendida y aplicada por todos los trabajadores, su definición se discute y aprueba por el colectivo, revisándose para mantenerla adecuada continuamente. Para una mejor comprensión de la estructura por departamentos de la empresa, su organización se muestra en la Figura 1.1.

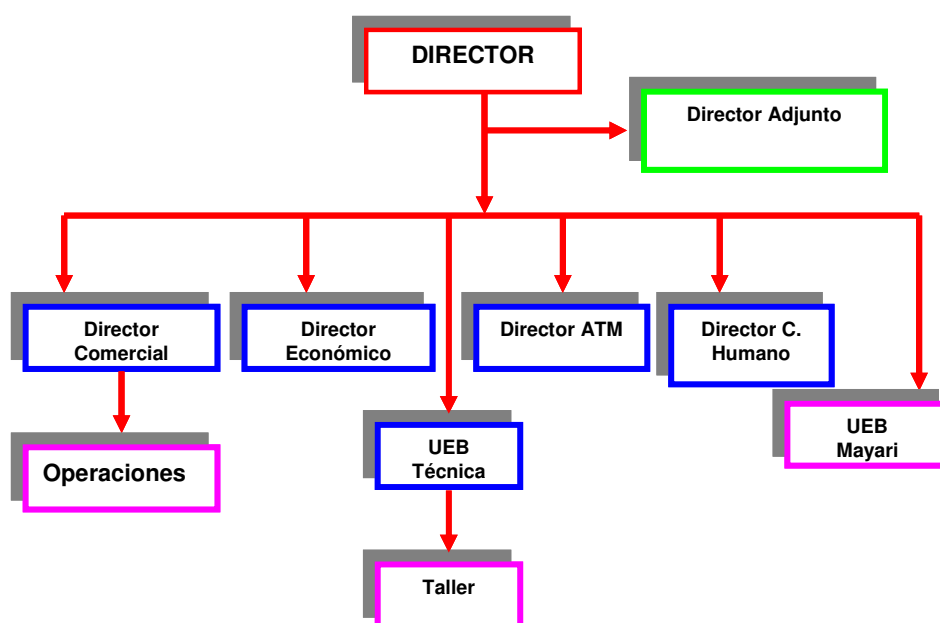


Figura 1.1. Organización funcional de la empresa.

Para cumplir con su objeto social la entidad cuenta con un parque total de 74 equipos, La marca predominante es la North Benz con 39 vehículos, los cuales representan el 52,7 % del total del parque de la entidad, con sólo 3 años de explotación. Además cuenta con 23 camiones Kamaz que tienen más de 10 años de explotación.

## **1.2. Caracterización de los talleres.**

Los talleres de la empresa SERVICAR se encuentran divididos en áreas de mantenimiento, chapistería, soldadura y pintura, con una ponchería y una planta de fregado, donde se realizan las distintas tareas que permiten restablecer el buen funcionamiento de los vehículos. La instalación cuenta con treinta obreros, todos pertenecientes al sexo masculino. De los cuales doce tienen calificación de mecánico “A”, ocho son mecánicos “B”, y el resto del personal está compuesto por cinco planteros, dos chapistas, dos soldadores y un pañolero. El personal se encuentra bien calificado, con varios años de experiencias en la empresa.

Los talleres cuentan además con locales de reparación del sistema de freno, reparación de bombas y reparación de agregados (conductos de agua, bomba de freno). El personal es dirigido por medio de un jefe de brigada, el cual se subordina al Director Unidad Estratégica Básica (UEB) -Técnica de la unidad.

**El flujo tecnológico en la empresa** comienza cuando el chofer se presenta al Área de Control de Taller reportando la avería del camión, donde se le recoge la hoja de ruta y se realiza un documento conocido como Taller 4. Con tal documento el chofer puede dirigirse al taller, luego de pasar por la planta de fregado para la limpieza del camión. El mismo al ser recibido en la unidad por el jefe de taller, y se le asigna un mecánico según el tipo de rotura que posea. Al concluir las tareas de reparación y ser registradas en el documento Taller 4, el chofer se presenta nuevamente en el Área de Control de Taller, donde se le entrega la hoja de ruta. En los casos que el camión requiera tareas de revisión o mantenimiento, el chofer se debe presentar en el Área de GPS (*Global Positioning System*), para descargar la información de la tarjeta a la máquina e iniciar con cero kilómetros.

## **1.3. Caracterización de los Camiones Chinos North Benz.**

Estos camiones son producidos en la Fábrica North Benz, ubicada en la ciudad de Qingdao, China. La empresa se dedica especialmente a la fabricación y venta de camiones pesados y maquinarias de construcción. Este trabajo está basado en el Modelo 2528, el cual posee un sistema de transmisión de potencia con las siguientes características: motor diesel de 6 cilindros, Modelo 2528, refrigerado por agua; y embrague monodisco en seco, Modelo GFX420, con resortes circulados.

La caja de marchas es uno de los conjuntos del sistema de transmisión de potencia que trabaja conjuntamente con el motor para garantizar la suficiente potencia y



ahorro de combustible<sup>21</sup>, y está constituida por una caja principal con 4 marchas hacia delante, una marcha hacia atrás, una marcha de pendiente y un reductor de velocidad. El Modelo de caja ZF5S-111GP, permite un cambio rápido y fiable de las velocidades, además la caja principal se emplea perfectamente con la caja secundaria.

Para el sistema de propulsión el Camión North Benz emplea un diferencial Modelo HD7, el cual es desacelerado en 2 etapas. La primera etapa se realiza por el principal reductor de velocidad, que se compone de un par de engranajes espirales y en la segunda etapa, se realiza por el reductor de velocidad con coronas. La potencia generada por su motor, las relaciones de transmisión de su sistema así como la eficiencia de los elementos, permite transportar conjuntamente con su remolque una carga de 35 toneladas<sup>11</sup>. En la Tabla 1.1 se resumen las características técnicas del camión North Benz y en la Figura 1.2 se muestra una imagen de los mismos.

Tabla 1.1. Características técnicas del camión North Benz.

Modelo	2528	Modelo del motor	WD615.44
Potencia	206 kW / 2200 min <sup>-1</sup>	Caja de marchas	ZF5S-111GP
Tanque combustible	400 L	Velocidad máxima	90 km / h
Largo x ancho x alto	7050 x 2500 x 3260	Capacidad de carga	25 000 kg
Modelo Caja de Marcha	ZF5S-111GP	Neumáticos	12.00 - 20
Peso del vehículo sin carga	11 200 kg	Consumo específico efectivo de combustible	197 g / kW h
Peso del remolque	2 770 kg	Fecha de fabricación	Año 2008



Figura 1.2. Camión Chino, Marca North Benz, Modelo 2528.

#### ***1.4. Relación del problema planteado con la Ingeniería Mecánica.***

El ámbito de acción de un ingeniero es muy variado, pueden trabajar en una institución prestadora de servicios o en una compañía diseñando artefactos que utilicen de manera adecuada la energía que se les suministra. Su actividad sustantiva podría decirse que está orientada a la creación, conservación y supervisión de sistemas mecánicos, hidráulicos o térmicos que permitan manejar la energía y el movimiento de manera eficiente.

El mejoramiento de las transportaciones en la Empresa Servicar tiene un amplio vínculo con el desempeño del ingeniero mecánico, ya que la solución a este problema se relaciona con el empleo de “Tecnología energética”, “Mantenimiento” y “Máquinas automotrices”<sup>22</sup>.

#### **1.5. El transporte automotor.**

El transporte automotor surge a principios del siglo pasado expandiéndose por todo el mundo, siendo un fuerte rival del ferrocarril. Con la denominación transporte automotor se agrupa a los más universales medios de transportación de mercancías y pasajeros del mundo. La generalizada difusión de esta modalidad de transporte desde los inicios del presente siglo, ha sido y es una característica de la vida moderna<sup>23</sup>.

El transporte es un sector de la producción material con características muy

especiales. Es una de las actividades clave en la búsqueda del desarrollo, influye sobre 2 aspectos esenciales: la utilidad de lugar y de tiempo, lo cual significa tener la mercancía en el lugar y el momento que se necesita. La diferencia principal existente entre el transporte y otras ramas de la producción material consiste en que no crea ningún objeto material nuevo y tangible<sup>24</sup>. Es un proceso productivo, que aumenta la riqueza nacional, al transferir valor de uso a los bienes materiales existentes. Un producto está totalmente terminado, listo para su uso, solamente cuando termina su traslado desde el punto de producción al de consumo, lo que realiza el proceso productivo de transporte.

Cualquier producto material puede ser sustituido por otro de uso equivalente, pero el transporte es insustituible. Su producción consiste en el traslado de cargas (bienes materiales) y de pasajeros (personas) de un lugar a otro, fundamentalmente a cielo abierto, en condiciones climáticas y atmosféricas no siempre favorables. Dentro de la gran variedad de transporte automotor se encuentra el transporte automotor de carga, donde se pueden encontrar lujosos automóviles hasta colosales máquinas empleadas para trasladar grandes volúmenes de carga en las industrias. El mismo se diseña con características distintas que atenderán a las condiciones de exploración del vehículo<sup>25</sup>.

Los vehículos de carga se seleccionan según las características de la carga y el tráfico que deben garantizar. En el caso del transporte automotor, se requiere considerar la siguiente clasificación como se muestra en la Figura 1.3.

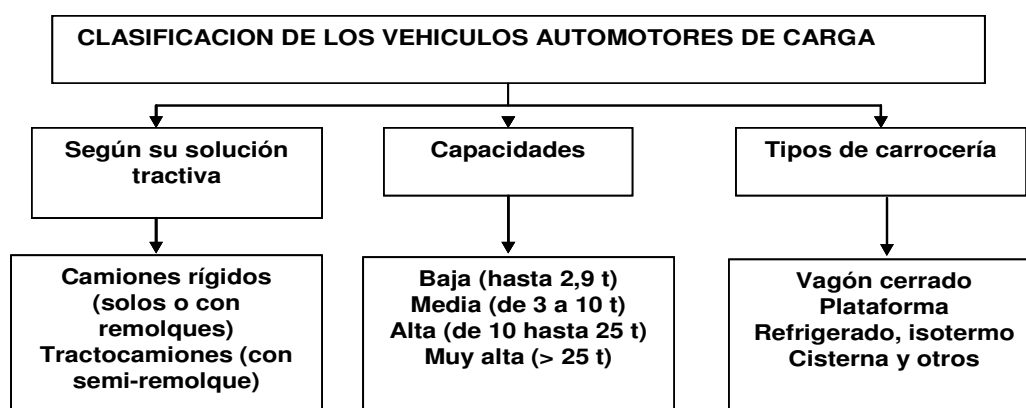


Figura 1.3. Esquema de clasificación de los vehículos automotores de carga<sup>26</sup>.

### 1.6. Elementos básicos de confiabilidad.

Los análisis de confiabilidad están conformados por una serie de elementos intrínsecos en las estructuras de los procesos, así como una serie de herramientas y filosofías, los cuales al ser interrelacionados proporcionan la información referencial para la toma de decisiones, en cuanto al direccionamiento de los planes de mantenimiento<sup>27</sup>. Los elementos de confiabilidad intrínsecos en el comportamiento de los procesos y las instalaciones son los siguientes:

**Falla:** Disminución ó pérdida de la función del componente con respecto a las necesidades de operación que se requieren para un momento determinado. No es más que la incapacidad de cualquier elemento físico de satisfacer un criterio de funcionamiento deseado. Esta condición puede interrumpir la continuidad o secuencia ordenada de un proceso, donde ocurren una serie de eventos que tienen más de una causa. Existen 2 tipos de falla, las cuales son explicadas a continuación:

- **Falla funcional:** Es la incapacidad de cualquier elemento físico de satisfacer un criterio de funcionamiento deseado, perdiendo de ésta manera la funcionalidad el equipo. Por ejemplo, un equipo deja de funcionar totalmente,
- **Falla Parcial:** Se definen como la condición física identificable que indica que va a ocurrir una falla funcional. Estas fallas están por encima o por debajo de los parámetros identificados para cada función. Por ejemplo, el elemento no cumple un parámetro establecido de su servicio, y la máquina perdió funcionabilidad.

**Según su origen los fallos se clasifican en<sup>28</sup>:**

- Fallos por envejecimiento.
- Fallos por mal uso.
- Fallos por debilidades propias (infantiles)

**Fallos por envejecimiento:** Están vinculados al proceso de degradación con el tiempo del elemento debido a una reducción de su resistencia. Idealmente, el proceso de envejecimiento puede modelarse fácilmente<sup>29</sup>. Sin embargo en la práctica el problema es más complicado por la dificultad que representa la cuantificación de los diferentes mecanismos que pueden originar el proceso de envejecimiento, es decir, los fallos por envejecimiento están muy vinculados con los procesos de desgaste. En la Figura 1.4 se muestra el proceso de aparición del fallo por envejecimiento, con la siguiente notación:  $R(t)$ -Variación de la resistencia,  $S(t)$ -Variación de las solicitaciones y  $t_{crit}$ - Tiempo a partir del cual ocurre la condición de fallo.

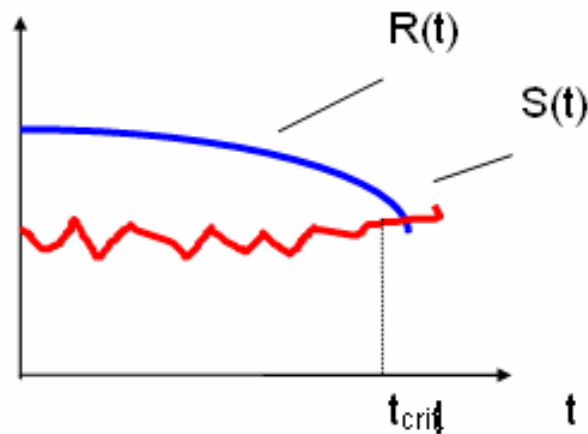


Figura 1.4. Representación gráfica de la aparición del fallo por envejecimiento.

El proceso de envejecimiento puede ser estudiado a partir de la llamada ley de variación del desgaste, en la que se identifican 3 etapas<sup>30</sup>: rodaje (asentamiento); desgaste normal y desgaste excesivo (*wear out*).

En la segunda etapa la velocidad de deterioro de la resistencia o el desgaste se encuentra dentro de rangos aceptados y prácticamente no afecta las prestaciones del elemento.

La tercera etapa, se refiere a la situación en la cual la velocidad de deterioro o de desgaste ha alcanzado un valor elevado que conduce inevitablemente al fallo, a menos que se corrija a tiempo la causa que lo produce.

**Fallos por mal uso:** Fallos a causa de la aplicación de esfuerzos superiores a la capacidad o resistencia de los elementos.

**Fallos por debilidad propia:** Atribuidos a mal diseño o defectos en la fabricación. Hacen que la resistencia de los elementos sea inferior a los esfuerzos a que serán sometidos. Ocurren generalmente durante la puesta en servicio y se conocen como Fallos Infantiles.

Para evitar las fallas en las máquinas o evitar que tengan el menor efecto posible deben de aplicarse procedimientos de mantenimientos<sup>31</sup>. Un equipo puede estar "fallando" pero no estar malogrado, puesto que sigue realizando sus tareas productivas, pero no con la misma calidad que cuando está en óptimas condiciones. En cambio un equipo malogrado o averiado no podrá desarrollar faenas bajo ninguna circunstancia.

Además el costo que implica la gestión y el desarrollo del mantenimiento no debe ser exagerado, más bien debe estar acorde con los objetivos propios del mantenimiento. No debe denotar por ejemplo, un costo superior al que implicaría el reemplazo por maquinaria nueva. Entre los factores de costo tendríamos<sup>32</sup>: mano de obra, costo de materiales, repuestos, piezas nuevas, energía, combustibles, pérdidas por la no producción, etc.

El momento ideal para llevar a cabo puede ser determinado desde muchos puntos de vista, a los cuales les va a corresponder un determinado tipo de mantenimiento; teóricamente existe la llamada "curva de falla", la cual indica la probabilidad de la ocurrencia de fallas y averías para determinadas etapas de operación de la máquina en función del factor tiempo (ver Figura 1.5)<sup>33</sup>.

Así tenemos las siguientes zonas:

- I-Riesgo elevado en la etapa de implementación de la máquina y puesta en marcha de los equipos.
- II-Riesgo bajo en la etapa de operación de la planta (siempre que los equipos reciban los cuidados y reparaciones adecuadas, tareas de mantenimientos).
- III-Riesgo elevado en la etapa de operación de la planta luego que ha cumplido el ciclo de vida de los equipos (los cuales si reciben un óptimo mantenimiento podrían operar sin la presencia de fallas).

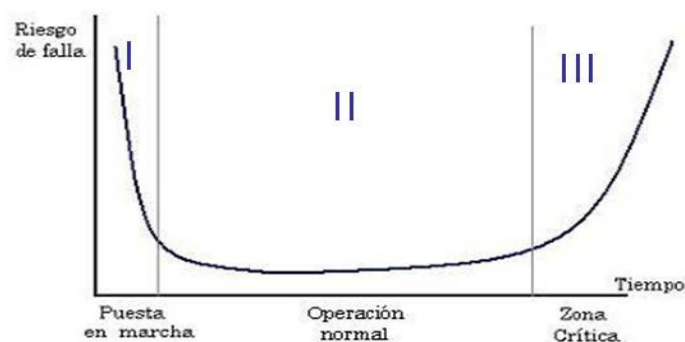


Figura 1.5. Árbol de fallas para las máquinas.

Para garantizar que la máquina funcione en sus parámetros establecidos con las mayores prestaciones de servicios, se garantizan servicios de mantenimientos a los equipos, existiendo 4 tipos reconocidos de operaciones de mantenimiento: Correctivo, Preventivo, Predictivo y Proactivo, los cuales están en función del

momento en el tiempo en que se realizan, el objetivo particular para el cual son puestos en marcha, y en función a los recursos utilizados<sup>34</sup>.

En este caso en particular nos concentraremos en el Mantenimiento Preventivo Planificado y el Mantenimiento Correctivo, que son los que tienen lugar en la Empresa Servicar, los cuales tienen como objetivo intentar restaurar las características perdidas y, si se aplican correctamente, en la mayoría de los casos conseguirán prolongar la vida útil o recurso de los medios de transporte en su conjunto<sup>35</sup>.

### **1.7. Función del mantenimiento en la empresa.**

Toda actividad humana adquiere un carácter de mantener lo que ya existe, lograr el funcionamiento eficaz de los entes, proponerle mejoras y el término es muy usado en la actividad empresarial y productiva. Consideramos que el mantenimiento es un servicio, que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad, seguridad y disponibilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones y otras, en las condiciones particulares de explotación de los mismos. Para ello se han consultado las siguientes fuentes:

- Según el Gran Diccionario Enciclopédico Ilustrado, es el *“conjunto de acciones efectuadas para mantener una máquina, vehículo, etc. en sus condiciones óptimas”*.
- La División de Planificación y Presupuesto del Ministerio de Educación de la República de Chile lo cataloga como: *“Herramienta eficaz para mejorar aspectos operativos relevantes de un establecimiento tales como funcionalidad, seguridad, productividad, confort, imagen corporativa, salubridad e higiene”*. Otorga la posibilidad de racionalizar costos de operación. El mantenimiento debe ser tanto periódico como permanente, preventivo y correctivo.

El mantenimiento no es una función "miscelánea", sino que produce un beneficio o bien real a quien lo aplique, que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad<sup>36</sup>.

La finalidad del mantenimiento es conservar la planta industrial con el equipo, los edificios, los servicios y las instalaciones en condiciones de cumplir con la función para la cual fueron proyectados, con la capacidad y la calidad especificadas, pudiendo ser utilizados en condiciones de seguridad y economía de acuerdo con un nivel de ocupación y a un programa de uso definidos por los requerimientos de la producción<sup>37</sup>.

Los objetivos del mantenimiento son<sup>38</sup>:

- ❖ Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes preciados.
- ❖ Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- ❖ Evitar detenciones inútiles o paradas de máquinas.
- ❖ Evitar accidentes.
- ❖ Evitar daños ambientales.
- ❖ Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- ❖ Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- ❖ Mejorar la producción.
- ❖ Balancear el costo de mantenimiento, con el correspondiente al lucro cesante.
- ❖ Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.
- ❖ Lograr un uso eficiente y racional de la energía.
- ❖ Mejorar las funciones y la vida útil de los bienes.

En resumen, la dinámica del mantenimiento sucede en optimizar la disponibilidad del equipo productivo, la disminución de los costos de mantenimiento, la optimización de los recursos humanos y la maximización de la vida de la máquina.

Sin embargo, por mejorados que sean el diseño y la tecnología de construcción de los equipos, los elementos que los componen (mecanismos, circuitos, etc.) estarán sujetos a desgastes y desajustes, produciendo vibraciones o ruidos, pudiendo fallar o sufrir daños, dependiendo de muchas variables, siendo algunas aleatorias<sup>39</sup>. Lo anteriormente planteado hace que el producto elaborado o el servicio prestado disminuyan su calidad.

#### ***1.7.1. Ciclos de mantenimiento aplicados en la empresa SERVICAR.***

Existen diferentes tipos de mantenimientos que se le pueden aplicar a una máquina automotriz en dependencia de ciertos factores, entre ellos se podrían mencionar: Proactivo, Preventivo, Predictivo, Correctivo, etc. La empresa SERVICAR aplica 2 tipos de éstos mantenimientos: el Preventivo Planificado y el Correctivo. Por medio de los cuales se les garantiza la restauración de las características óptimas de funcionamiento a los Camiones North Benz. Estos 2 prototipos fundamentales de mantenimiento se destacan a continuación.



### **Mantenimiento Correctivo.**

Este mantenimiento también es denominado mantenimiento reactivo, es aquel trabajo que involucra una cantidad determinada de tareas de reparación no programadas con el objetivo de restaurar la función de un activo una vez producido un paro imprevisto. Es decir, sólo actuará cuando se presenta un error en el sistema. Si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el desperfecto para recién tomar medidas de corrección de errores. Este mantenimiento actuará en respuestas a las eventualidades que se producirán en las actividades de transportación. Este mantenimiento trae las siguientes consecuencias<sup>40</sup>:

- Paradas no previstas en el proceso productivo, disminuyendo las horas operativas.
- Afecta las cadenas productivas, es decir, que los ciclos productivos posteriores se verán parados a la espera de la corrección de la etapa anterior.
- Sus costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que la falta de recursos económicos impedirá comprar los repuestos en el momento deseado.
- La planificación del tiempo que estará el sistema fuera de operación no es predecible.

### **Mantenimiento Preventivo Planificado.**

Este tipo de mantenimiento surge de la necesidad de rebajar el correctivo y todo lo que representa. Pretende reducir la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados<sup>41</sup>.

Durante la segunda guerra mundial, el mantenimiento tiene un desarrollo importante debido a las aplicaciones militares. En ésta evolución el mantenimiento preventivo consiste en la inspección de los aviones antes de cada vuelo y en el cambio de algunos componentes en función del número de horas de funcionamiento<sup>42</sup>.

#### ***1.7.2. Características y Fases de Mantenimiento Preventivo.***

Básicamente consiste en programar revisiones de los equipos, apoyándose en el conocimiento de la máquina, en base a la experiencia y los históricos obtenidos de las mismas. Se confecciona un plan de mantenimiento para cada máquina, donde se realizaran las acciones necesarias, engrasan, cambian correas, desmontaje, limpieza, etc. Las fases del Mantenimiento Preventivo son entonces<sup>43</sup>:

- Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo.

- Procedimientos técnicos, listados de trabajos a efectuar periódicamente.
- Control de frecuencias, indicación exacta de la fecha a efectuar el trabajo.
- Registro de reparaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar.

Las ventajas de la aplicación del Mantenimiento Preventivo Planificado son<sup>44</sup>:

- Se lleva a cabo siguiendo un programa previamente elaborado, donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios "a la mano".
- Cuenta con una fecha programada, además de tiempos de inicio y de terminación preestablecidos y aprobados por la directiva de la empresa.
- Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado y condiciones de funcionamiento.
- Reducción del mantenimiento correctivo, con una reducción de costos de producción y un aumento de la disponibilidad, esto posibilita planificar los trabajos del departamento de mantenimiento, así como una previsión de los recambios o medios necesarios.
- Disminución del tiempo muerto, o tiempo de parada de equipos/máquinas.
- Se concreta de mutuo acuerdo el mejor momento para realizar el paro de las instalaciones con producción, lo cual también produce uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento, debido a una programación de actividades.

### ***1.7.3. Desventajas de la aplicación de un Sistema de Mantenimiento Preventivo.***

Como todos los procesos en los que interviene el hombre, el sistema de Mantenimiento Preventivo Planificado recibe objeciones<sup>45</sup>:

- Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra. El desarrollo de planes de mantenimiento se debe realizar por técnicos especializados.
- Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.
- Los trabajos rutinarios, cuando se prolongan en el tiempo, producen falta de motivación en el personal, por lo que se deberán crear sistemas imaginativos para convertir un trabajo repetitivo en un trabajo que genere satisfacción y compromiso, la implicación de los operarios de preventivo es indispensable para el éxito del plan.

#### **1.7.4. Análisis del sistema de mantenimiento en la empresa SERVICAR.**

En la empresa SERVICAR se cuenta con una línea de vehículos comercializables de la marca North Benz. Explotarlos en buen estado técnico y asignar la continuidad de su trabajo es posible mediante el mantenimiento.

Para ello se han dado pasos como la creación de un Departamento técnico y el aseguramiento de piezas e insumos. El mantenimiento técnico que se aplica a los vehículos de la empresa representa *“un volumen de trabajos obligatorios, que se ha establecido para determinada marca y modelo de vehículos en condiciones de explotación determinadas y que se ejecuta periódicamente (por un plan) después del recorrido prefijado”*, es decir, se aplica institucionalmente el MPP. La planificación de la cantidad de mantenimientos técnicos se determina según las normas de recorrido hasta cada ciclo de mantenimiento y el recorrido total de los equipos en el período.

Su objetivo es una adecuada previsión de los recursos que es preciso tener a disposición cuando cada vehículo necesita mantenerse. Sin un adecuado aseguramiento, los mantenimientos quedan incompletos y los equipos trabajan en condiciones desfavorables, acelerando su deterioro, lo cual no es permisible. Además existe el riesgo de accidentes, donde peligran vidas humanas y bienes materiales<sup>46</sup>. En la Tabla 1.2 aparece una muestra de la planificación del mantenimiento que se le aplica a estos equipos según el recorrido.

Aunque para muchos no es notable, indudablemente hay una estrecha relación entre la “Tecnología energética”, “Mantenimiento” y “Máquinas automotrices”. Por ejemplo (Hidalgo, 2011) define el Sistema de Mantenimiento Preventivo Planificado como *“el conjunto de los servicios técnicos planificados (STP) que se ejecutan a intervalos fijos (Ts) para restaurar las capacidades e índices de consumo de las máquina, equipos o instalaciones, a los cuales se les ajustan, reparan y cambian sus piezas, componentes, o agregados y de ellos es conocida su frecuencia de fallos”*<sup>47</sup>.

Por lo tanto al restaurar la funcionalidad y la funcionabilidad, directamente se restauran las capacidades de los índices de consumo de los portadores energéticos con que trabaja el equipo para cometer con su función principal. Esto se logra al cumplir con todas las tareas relacionadas en los servicios técnicos del ciclo de reparación del equipo. Un sistema de mantenimiento adecuado a la par de una explotación correcta de las máquinas, teniendo en cuenta sus regímenes de trabajo y condiciones de explotación de las máquinas, incide directamente en un incremento

de la eficiencia energética, que redundará en ahorro de combustible y demás portadores energéticos, así como en el sostenimiento del estado técnico por mayor tiempo<sup>48</sup>.

Tabla 1.2. Ciclo de mantenimiento por kilometraje.

<b>Tareas de mantenimiento:</b>	<b>Kilometraje:</b>
Revisión	2500
Mantenimiento 1	5 000
Revisión	7 500
Mantenimiento 1	10 000
Revisión	12 500
Mantenimiento 1	15 000
Revisión	17 500
Mantenimiento 2	20 000
Revisión	22 500
Mantenimiento 1	25 000
Revisión	27 500
Mantenimiento 3	30 000
Revisión	32 500
Mantenimiento 1	35 000
Revisión	37 500
Mantenimiento 4	40 000

### ***1.8. Relación de índices de la actividad de transporte de carga.***

La actual situación económica internacional gravita negativamente sobre los sectores productivos y de servicio, lo que obliga a un uso racional de los recursos. El sector del transporte no escapa a esta situación. La introducción de nuevas tecnologías para lograr reducción de los indicadores de consumo, contaminación ambiental y adecuada correspondencia con las exigentes reglamentaciones para la circulación vehicular, entre otras, encarecen notablemente los costos de inversión. Por otro lado, los elevados precios del combustible y el incremento en los costos del servicio técnico que introducen en ocasiones las nuevas tecnologías, aumentan sustancialmente los costos de explotación.

Por ello, se hace necesaria la óptima selección del parque vehicular teniendo en cuenta los indicadores del transporte, buscando una adecuada correspondencia entre los requerimientos del proceso de transportación y las cualidades de explotación de los vehículos, que posibiliten un incremento de la eficacia del proceso de explotación, de la seguridad del movimiento y de la vida útil económica del vehículo con una correcta adecuación a las reglamentaciones vigentes<sup>49</sup>.

Los índices más utilizados y las unidades de medida respectivas son los siguientes<sup>50</sup>:

1. Coeficiente de disponibilidad técnica.
2. Coeficiente de aprovechamiento de la capacidad estática del vehículo.
3. Coeficiente de aprovechamiento de la capacidad dinámica del vehículo.
4. Distancia media real a que se transporta una tonelada de carga.
5. Distancia media de un viaje con carga.
6. Número de viajes con carga.
7. Velocidad técnica.
8. Velocidad de utilización (media o comercial).
9. Recorrido total del equipo.
10. Tráfico producido.
11. Productividad de los medios de transporte
12. Rendimiento de los medios de transporte.
13. Coeficiente de aprovechamiento del recorrido.
14. Consumo de combustible.
15. Eficiencia energética de las transportaciones.
16. Costo de la transportación.

Se analizarán a continuación algunos de ellos:

***Coeficiente de disposición técnica del parque.***

Expresa el por ciento de vehículos que se encuentra en buen estado técnico, disponibles para realizar transportaciones, es decir, que no están paralizados por mantenimientos, reparaciones o por cualquier otra razón de carácter técnico. Se obtiene de la división del total de vehículos-días en buen estado técnico, entre el total de vehículos-días existentes.

Un estado técnico situado entre regular y malo afecta notablemente el rendimiento de las máquinas, hasta el punto de hacerlas ineficaces en su vida técnica y económica. Cuando por una necesidad, sin posibilidades de otro tipo, sea

impostergable utilizar máquinas bajo estas condiciones, es necesario observar lo siguiente<sup>51</sup>:

- El tiempo de rotura real que presenta la máquina no será superior al 12 % del Fondo Horario de Explotación - FHE.
- Su posibilidad de cumplir con las Normas de Trabajo, previstas en el catálogo vigente de rendimiento de las máquinas de que se trate.
- La disponibilidad técnica (Coeficiente de Disponibilidad Técnica) la cual no debe estar situada por debajo de 70 %.
- El Fondo Horario Productivo (FHP) el cual debe situarse en el rango que haga rentable la explotación de la máquina.
- Suficiente vigencia tecnológica.

La aplicación de un coeficiente por este concepto afecta directamente el Fondo Horario Productivo - FHP que se obtiene en la Programación Cuantitativa, ya que descende los rendimientos previstos y determina un crecimiento del FHE, por lo que éste incremento debe obtener un tratamiento diferenciado.

El FHP será afectado en la forma siguiente a partir del estado técnico del equipo como se muestra en la Tabla 1.3.

Se considera el CDT = 0,70 como aceptable, los inferiores del intervalo CDT = (0,69 ÷ 0,55) de mal y CDT = (0,54 ÷ 0,40) de muy mal, y el CDT ≤ 0,40 indica que no se tienen condiciones para trabajar<sup>52</sup>.

Tabla 1.3. Afectación del fondo horario a partir del estado técnico.

Indicadores:	Rango del coeficiente:
1. Máquinas nuevas con vigencia y fiabilidad tecnológica y CDT = 0,80.	1,0 ÷ 1,05
2- Máquinas en uso con vigencia y fiabilidad tecnológica que determinan un CDT = 0,70.	1,06 ÷ 1,20
3-Máquinas en uso con bajo grado vigencia y fiabilidad tecnológica que determinan un CDT = (0,69 ÷ 0,55).	1,21 ÷ 1,35
4- Máquinas en uso con muy bajo grado de vigencia y fiabilidad tecnológica que dan un CDT = (0,54 ÷ 0,40).	1,36 ÷ 1,50

***Coeficiente de aprovechamiento de la capacidad de carga estática.***

Expresa el grado de aprovechamiento de la capacidad de peso de los vehículos. Se calcula dividiendo el peso de la carga transportada entre la capacidad de los vehículos que la transportaron.

***Coeficiente de aprovechamiento de la capacidad de tráfico dinámica.***

Expresa el nivel de aprovechamiento de la capacidad en el movimiento del vehículo, es decir considerando la distancia recorrida con carga. Se calcula dividiendo la suma del tráfico realizado en cada viaje, entre la suma del tráfico posible. El tráfico posible se obtiene al sumar los resultados de la multiplicación de la capacidad de carga del vehículo por la distancia del recorrido de cada viaje con carga. Este indicador también puede calcularse considerando la distancia recorrida total, es decir con carga y vacío, sintetizando en un solo indicador el aprovechamiento de la capacidad de carga y el aprovechamiento del recorrido.

***Distancia media real a que se transporta una tonelada de carga.***

Es la distancia media en kilómetros a que se transporta una tonelada de carga. Se obtiene dividiendo la suma del tráfico realizado entre la suma de la carga transportada.

***Distancia media de un viaje con carga en km.***

Es la relación entre el recorrido con carga del equipo entre el número de viajes durante un período determinado.

***Número de viajes con carga.***

Es la relación entre el tiempo de trabajo en el período y el tiempo medio de un viaje. Para el cálculo, el viaje se considera desde la puesta del vehículo a la carga en el lugar de origen hasta el momento en que éste termina la transportación y queda disponible para iniciar una nueva operación.

***Velocidad técnica en km / h.***

Es la relación existente entre el recorrido total y el tiempo de movimiento de los equipos de transporte de carga.

***Velocidad de utilización en km / h.***

Es la relación existente entre el recorrido total y el tiempo de trabajo en el período determinado de los equipos de transporte de carga.

***Recorrido total del equipo en km.***

Es la suma del recorrido con carga, sin carga y el recorrido cero, que es el recorrido desde la base hasta el punto de carga.

#### **Tráfico Producido.**

Expresa la producción del transporte en toneladas-kilómetros, mediante la multiplicación de la carga transportada en cada viaje, por la distancia en que se efectúa su transportación. El tráfico corresponde a la suma de los resultados de cada multiplicación.

#### **Productividad de los medios de transporte.**

Se mide por la cantidad de trabajo de transportación desarrollado en un determinado tiempo, se mide en las mismas unidades que el tráfico.

#### **Rendimiento de los medios de transporte.**

Relaciona la cantidad de producción por la unidad de tiempo, en este caso en horas.

#### **Coeficiente de aprovechamiento del recorrido.**

Es la relación entre las distancias recorridas con carga y la total recorrida por el vehículo.

#### **Índice de consumo de combustible.**

Expresa la cantidad de litros de combustible que se consume para generar una tonelada – kilómetro, definiendo así el uso del combustible en función del recorrido.

#### **Eficiencia energética de las transportaciones (L/t·km ó L/p·km).**

Define el rendimiento del combustible en función de la producción.

#### **Costo de la transportación (\$/t·km ó \$/p·km)**

Establece cuánto se gasta en unidades monetarias para transportar una tonelada de carga a la distancia de un kilómetro, o cuánto se gasta para transportar un pasajero a la distancia de un kilómetro.

Debido a la elevada demanda de transportaciones que tiene la empresa y el elevado uso de portadores energéticos por los camiones, se hizo énfasis y se determinaron 4 de los indicadores, que son los más relacionados con el consumo y utilización de materiales.

### **1.9. Factores que influyen en la conducción económica del automóvil.**

La maestría profesional del conductor, respecto a la economía de consumo, se valora en la práctica preferentemente por el cumplimiento de la norma lineal de consumo de combustible. Tal valoración en sí es correcta, pero es insuficiente para



establecerla objetivamente y para la aplicación de métodos de avanzada en la conducción técnica.

Los aspectos más relevantes de la maestría profesional se manifiestan en el vencimiento de pendientes, en los cruces de las intersecciones, en el adelantamiento y en otras maniobras. A pesar de que los métodos, técnicas y procedimientos de conducción del vehículo, que determinan en sí el estilo de conducción, tienen en cada conductor sus rigurosas individualidades, para los fines de la enseñanza pueden ser tipificados. La creación y desarrollo de sistemas prácticos de enseñanza, está relacionado ante todo con la clasificación de los factores de conducción económica, los cuales se pueden agrupar en<sup>53</sup>:

**Los factores técnicos:** El conductor debe conocer la influencia de las particularidades constructivas y de regulación de los automóviles, así como de su estado técnico en el consumo de combustible.

**Los factores tecnológico-organizativos:** Comprenden el carácter del trabajo del transporte, los regímenes y rutas de movimiento y las condiciones viales.

**Los factores vinculados directamente con la conducción del vehículo:** Comprenden la elección racional de la estrategia, la táctica de movimiento y los métodos operativos de conducción. Entre ellos se encuentran: la exclusión de errores durante el impulso, el frenado, el cambio de marchas, el movimiento en bajadas, en el vencimiento de pendientes, en los virajes, y también la utilización de las cualidades económicas potenciales del automóvil.

Todos estos factores deben ser conocidos por el conductor, tan bien como el reglamento del tránsito, ya que un conductor económico es al mismo tiempo, como regla, seguro. Un conductor no calificado en un vehículo inadecuadamente regulado, puede provocar un sobre consumo de hasta el 30 % de combustible<sup>54</sup>.

Un conductor asido al volante, debe determinar la táctica y el arsenal de procedimientos de conducción económica. La táctica representa en sí la toma de determinadas soluciones, relacionadas con la selección de regímenes racionales de trabajo y su realización práctica en las condiciones concretas de explotación. El arsenal de acciones del conductor dirigidas hacia un objetivo, abarca 5 etapas fundamentales<sup>55</sup>: preparación antes del arranque; calentamiento del motor; puesta en marcha del vehículo; movimiento; y parada del vehículo.

Uno de los fundamentales problemas para el aumento de la explotación efectiva del parque vehicular, es el incremento de la velocidad técnica media ( $V_{tm}$ ), la cual

representa el principal indicador de la duración del proceso de transportación y de su efectividad en sí<sup>56</sup>.

La determinación exacta y oportuna del suministro de combustible, su intensidad de variación, el movimiento en una marcha correctamente elegida por una vía horizontal, por pendientes ascendentes y descendentes, por curvas, la capacidad de conservación del movimiento estable, la selección de los regímenes de impulso y deceleración y la observación racional de las condiciones de tránsito en intersecciones, túneles y pasos peatonales, constituyen las fundamentales condiciones que garantizan las mínimas posibilidades de gasto de combustible<sup>57</sup>.

El conductor que ha aprendido la correcta conducción del vehículo por diferentes ciclos tecnológicos y de transporte, y conoce los elementos típicos de estos ciclos, de 1 a 3 años conducirá automáticamente de forma correcta, sin sobreconsumos de combustible, con posibilidad de economizar en condiciones de ciudad entre un 5 a 15 % y fuera de la ciudad entre un 10 a 30 de combustible.

Para valorar exactamente la influencia de la maestría de la conducción del vehículo en el consumo de combustible, se utilizan 2 métodos de investigación de la actividad del conductor como operador<sup>58</sup>: el estadístico y el experimental. El método estadístico se basa en los resultados de la elaboración de las hojas de ruta, pero no permite controlar efectivamente los regímenes económicos en el proceso de transportación. Los métodos experimentales están basados en los resultados de experiencias realizadas con equipamiento especializado, y dada su exactitud se prefieren a los estadísticos. Dentro de ellos hay que resaltar los que se desarrollan de forma continua, con la instalación en el vehículo de microprocesadores para el control de diferentes procesos.

El desarrollo de trabajos experimentales ha permitido tipificar los principales errores del conductor durante la conducción del automóvil (ver Tabla 1.4). La tabla muestra el por ciento que representa cada factor, dentro del 100 % de sobreconsumo.

La estructura y peso específico de las pérdidas relativas de combustible para vehículos de capacidad de carga media, de carburación, son las siguientes: combustión incompleta – 96 %; abastecimiento – 3 %; y evaporación – 1 %. Sumariamente, éstas pérdidas llegan hasta un 5 ó 6 % del combustible consumido por el vehículo. De ello se desprende que el incremento de la cultura general de explotación, es una reserva importante en la economía de consumo de combustible del transporte automotor<sup>59</sup>.

Tabla 1.4. Errores del conductor durante la conducción del automóvil.

<b>Factor de sobreconsumo:</b>	<b>Causas del sobreconsumo:</b>	<b>Consumo relativo:</b>
Pérdidas no productivas de combustible, relacionadas con operaciones previas al arranque, o el estacionamiento fuera del garaje.	Salideros de combustible; pérdidas por condiciones inadecuadas de estacionamiento (evaporación o rebozo por incremento de volumen del combustible) y por inadecuado suministro.	1 a 2
Pérdidas de combustible durante el arranque del motor.	Estado técnico y de regulación inadecuado, baja calificación del conductor, humedad o suciedad en el sistema de encendido por estacionamiento a la intemperie.	4 a 6
Pérdidas de combustible durante la puesta en marcha y el período de impulso.	Deslizamiento de las ruedas, baja calificación del conductor.	7 a 10
Movimiento en marchas inferiores y velocidades no óptimas de movimiento.	Baja calificación del conductor, condiciones de trabajo difíciles.	20 a 25
Régimen no óptimo de temperatura.	Imperfecciones constructivas, mal estado técnico del vehículo, baja calificación del conductor.	12 a 15
Inadecuada conexión de marchas, incorrecto período de impulso y deceleración.	Idem anterior.	35 a 40
Duración prolongada del trabajo del vehículo en ralentí.	Mal estado técnico del vehículo, baja calificación del conductor.	4 a 5

### **1.9.1. Portadores energéticos empleados en la empresa SERVICAR.**

Los portadores energéticos naturales son aquellos “provistos por la naturaleza”, ya sea en forma directa, como la energía hidráulica, eólica y solar, o después de atravesar un proceso minero, como el petróleo, el gas natural, el carbón mineral, los minerales fusionables y la geotermia, o a través de la fotosíntesis, como es el caso de la leña y los otros combustibles vegetales y de origen animal<sup>60</sup>.

En la actualidad, cuando se incrementa la batalla contra el despilfarro, el uso y destino eficiente de los Portadores Energéticos, se requiere adoptar medidas especiales y rigurosas que conduzcan durante los años a la reducción del consumo de energía en el sector estatal, sin afectaciones en la producción y los servicios. Por lo tanto la elevación constante del rigor técnico en el trabajo es sin lugar a dudas una de las acciones emprendidas, concientes de la necesidad de mejoras en los consumos específicos de energéticos, que conduzcan a su aprovechamiento óptimo por medio de análisis de los rendimientos en los equipos consumidores y la adopción de medidas técnico -organizativas que permitan lograr ahorros considerables de portadores energéticos<sup>61</sup>.

La administración correcta de los portadores energéticos puede lograr una vida más plena y justa en nuestro planeta. El desarrollo energético sostenible desde el punto de vista de la energía debe permitir satisfacer las necesidades energéticas de la generación actual, y preservar las posibilidades para que las futuras generaciones puedan también encontrar soluciones para satisfacer las suyas<sup>62</sup>. En este sentido la Empresa Servicar Holguín perteneciente al Grupo Empresarial de Camiones del Ministerio de Transporte, se ha insertado en la Revolución Energética que se lleva a cabo en el país, por estar en el grupo de las entidades más altas consumidoras de Portadores Energéticos del municipio. En la Tabla 1.5 aparecen la cantidad de portadores energéticos consumidos por la empresa en el año 2010.

Aunque no todos estos portadores están vinculados directamente con los demandados por las actividades de transportación, si se puede tener una idea de los porcentajes de consumo al considerar que solamente de combustible diesel en el año 2010 se emplearon 1229,68 toneladas, razón por la cual la entidad se ubica dentro de los mayores consumidores de portadores energéticos en la Provincia de Holguín.

Tabla 1.5. Consumo de portadores energéticos en el año 2010.

<b>Portadores energéticos:</b>	<b>U/M:</b>	<b>Consumo:</b>
Combustible Diesel	Tn	1229,68
Electricidad	Tn	49,54
Aceites Lubricantes	Tn	15,74
Gasolina	Tn	5,23
Gas Licuado	Tn	3,48
Grasas	Tn	1,53
Total	Tn	1305,20

La Política Energética para el transporte recogida en el Lineamiento 249<sup>63</sup> del Partido Comunista de Cuba - PCC establece que la prioridad es continuar la recuperación, modernización y reorganización del transporte, con el objetivo de mejorar la calidad y eficiencia del servicio de transportación de cargas y pasajeros, a partir del uso racional de todos los recursos, en especial los energéticos, previendo las alternativas más económicas posibles constituye.

Por esto se hace necesario trabajar con Eficiencia Energética, la misma se entiende como la obtención de un resultado (un determinado proceso, la obtención de un producto, la realización de un servicio, etc.) minimizando el consumo de energía. Asimismo eficiencia energética hace referencia a todas las acciones que tienden a reducir el consumo de energía. La eficiencia energética debe conducir a obtener el mismo resultado anterior, manteniendo o mejorando su calidad, pero con un menor consumo de energía. Por ello no debe confundirse con ahorro de energía o reducción del consumo. El servicio prestado por la energía debe mantenerse o mejorarse.

Para contribuir a todo esto, la entidad aplica un sistema de mantenimiento con el objetivo de restaurarle o garantizar la funcionalidad y funcionabilidad de los equipos, restaurando los índices de consumo de las máquinas entre otras cualidades. De esta manera se garantiza que el consumo de los portadores energéticos de los Camiones North Benz esté entre los valores que contribuyan al ahorro de energía, respondiendo a la Política del Transporte del país.

**Conclusiones del capítulo 1.**

Se concluye que mediante la bibliografía utilizada en este capítulo es posible más adelante determinar las características dinámicas de estas máquinas, realizar un análisis sobre el régimen de mantenimiento aplicado en la empresa y determinar varios indicadores que permitirán la comparación de estos vehículos respecto a otros y evaluar la salud de la empresa.

# CAPÍTULO II

## **CAPÍTULO II. Entorno operacional de los camiones North Benz.**

En el desarrollo de este capítulo se desglosan las cualidades de explotación de las máquinas automotrices North Benz, analizando las condiciones de las rutas por donde transitan estos vehículos para determinar sus cualidades de explotación. Teniendo en cuenta éstas condiciones se construyó la característica tractiva de tales máquinas. También se realizó un estudio al régimen de mantenimiento y la determinación de los indicadores más importantes en el transporte de carga. Esto permitió analizar el aprovechamiento del trabajo de acuerdo con las horas empleadas en tareas de mantenimiento y la evaluación de la salud de la empresa por medio de los indicadores.

### **2.1. Cualidades de explotación de las máquinas automotrices.**

Se define una máquina automotriz como aquella máquina autopropulsada, que consta al menos, de una fuente energética, un sistema de transmisión y un tren de rodaje; y que esta destinada a cumplir diferentes funciones según su tipo y destino<sup>64</sup>. Las cualidades de explotación caracterizan las posibilidades de utilización efectiva del vehículo en determinadas condiciones y permiten valorar en qué medida sus características constructivas responden a sus condiciones de explotación. Conocerlas es necesario para la proyección de nuevos modelos y para la elección, evaluación y comparación de los diferentes tipos de vehículos en las condiciones de explotación a que serán destinados. De este modo podemos lograr aumentos de la productividad del vehículo y disminuir los costos de las transportaciones, aumentando la velocidad media de movimiento y disminuyendo el consumo de combustible<sup>65</sup>.

Entre las cualidades de explotación se relacionan<sup>66</sup>:

Dinámica: cualidad de la máquina automotriz de transportar cargas y pasajeros con las velocidades máximas posibles. Mientras mayor es la dinámica del vehículo, mayor será su productividad. Depende antes que todo de las cualidades tractivas y de frenaje de la máquina automotriz.

Economía de consumo: es la utilización racional de la energía del combustible durante el movimiento del vehículo. Los gastos por concepto de consumo de combustible constituyen una parte significativa del costo de transportación, por ello mientras menor sea el consumo, menores serán los gastos de explotación.



Maniobrabilidad: es el conjunto de cualidades que caracterizan la posibilidad del vehículo de variar su posición en áreas limitadas, en movimientos por trayectorias de pequeña curvatura con brusca variación de la dirección, incluyendo la marcha atrás.

Estabilidad: es la cualidad que garantiza la conservación de la dirección del movimiento bajo la acción de fuerzas de resistencia, que pueden en determinadas circunstancias provocar el vuelco, el patinaje o el derrapaje del vehículo.

Capacidad de paso: es su cualidad de moverse con seguridad por vías en malas condiciones y terrenos accidentados, y vencer los obstáculos naturales y artificiales.

Suavidad de marcha: es la cualidad del vehículo de moverse en vías no niveladas, sin grandes sacudidas de la carrocería. De ella dependen la velocidad de movimiento, el consumo de combustible, la conservación de la carga y el confort de la máquina.

Fiabilidad: está vinculada a la probabilidad del trabajo sin fallos en el transcurso de un determinado período, y sin empeorar los principales indicadores de explotación.

Durabilidad: es la cualidad del vehículo de mantener la capacidad de trabajo hasta el arribo al estado límite.

Mantenibilidad: muestra la facilidad que el vehículo brinda para prevenir y descubrir las causas que originan sus fallos y deterioros, y la eliminación de sus consecuencias, mediante la realización de mantenimientos y reparaciones.

Si bien desde el punto de vista de la facilidad de su estudio, las cualidades se analizan independientemente, en realidad todas están vinculadas.

## **2.2. Condiciones de explotación de las rutas.**

Muchas son las carreteras de nuestro país que se encuentran en una condición crítica, producto a los años de explotación y a su poco mantenimiento en el andar del tiempo. Varias de estas carreteras constituyen vías por las cuales recorren decenas y cientos de kilómetros los camiones chinos North Benz.

Aunque tales grandes obras de infraestructura desencadenan una serie de actividades comerciales a propósito de su operación, que contribuyen al retorno de la inversión<sup>67</sup>, aún no se dispone del financiamiento para ellas. El estudio de las rutas, así como la caracterización y evaluación de su estado técnico permitirá, junto a un análisis de las características tractivas de la máquina automotriz mencionada, determinar los parámetros sobre los cuales debe de operar la máquina para una explotación óptima.

Para conocer el estado de los pavimentos de las carreteras, se suelen tomar los parámetros indicadores de daño siguientes<sup>68</sup>: D1 - Roturas o baches descubiertos; D2 - Fisuras en bloques o piel de cocodrilo; D3 - Otras fisuras; D4 - Defectos de superficie y D5 - Comodidad de manejo. Se emplea el enfoque de la condición funcional de su superficie en relación con la aceptación de los usuarios, por la comodidad de manejo.

Por tanto, a los efectos las carreteras se clasificarán en 3 tipos<sup>69</sup>: buenas (B), regulares (R) y malas (M), y se recomienda ver la Tabla 2.1. Esta categorización permite contar con el coeficiente de resistencia al rodamiento -  $f$ , el cual influye directamente en la velocidad de operación del vehículo. Para ello nos apoyamos en las consultas a los expertos de la base<sup>70</sup>.

Las condiciones de la vía se imponen mucho en la cantidad de veces que los conductores tienen que variar la marcha en el recorrido de la carretera hasta el lugar de destino, generando un mayor consumo de combustible y atraso en la entrega de los útiles. Las rutas buenas poseen  $f = 0,022$ , las regulares,  $f = 0,041$  y las malas,  $f = 0,06$ <sup>71</sup>.

Según las estrategias trazadas por la entidad en aras de aumentar sus ingresos, los destinos de los camiones se convierten en orígenes para otras rutas<sup>72</sup>. Esto permite que el camión no tenga que regresar sin carga a parquear a la empresa, lo que genera un considerable aprovechamiento del combustible.

En la Tabla 2.1 se han considerado 31 recorridos, que constituyen rutas habituales de los camiones de la entidad. Éstas, al ser clasificadas según 3 patrones, muestran que apenas 5 de ellas se encuentran en un buen estado de prestación de los servicios. La operación en tales condiciones de trabajo se puede interpretar de manera más clara mediante un análisis de las características tractivas de los camiones North Benz, donde tiene repercusión el coeficiente de resistencia al rodamiento, que influye en la velocidad de operación de las máquinas.

Tabla 2.1. Categorización de las rutas.

<b>Origen:</b>	<b>Destino:</b>	<b>km:</b>	<b>Categoría:</b>
Hotel Meliá Cohíba	Guardalavaca	839	B
C/C <sup>1</sup> Holguín	La Caridad Freire	29	B
C/C Holguín	La Canela (Guardalavaca)	63	B
Empresa Metalúrgica Tunas	GE <sup>2</sup> Caridad Freyre	116	B
Empresa Eléctrica Holguín	GE Banes	85	B
Asbesto Santiago	El Taití	145	R
Las Parras	Banes	142	R
Poligráfico Habana	Poligráfico Holguín	758	R
Sagua de Tánamo	Pedernales Holguín	160	R
Frigorífico Santiago	Cárnico Holguín	145	R
CAI Paquito R.	Lácteo Holguín	102	R
Cárnico Holguín	Cárnico Guatemala	110	R
Zeolita S Andrés	Carúpano	115	R
Servicar	Zeolita San Andrés	31	R
Alm. Ensume Guantánamo	Pedernales Holguín	230	R
Alm. Ensume Imías	Pedernales Holguín	320	R
Cárnico Holguín	Cárnico Moa	198	R
Lácteo Holguín	Lácteo Moa	185	R
Fábrica Baldosas	Hilda Torres	12	R
Base MININT	Hilda Torres	7	R
200 Mil	Los Cocos MININT	46	R
200 Mil	Puerto R Libre	141	R
200 Mil	La Barrigona	50	R
200 Mil	Hilda Torres	38	R

<sup>1</sup> C/C: Centro de Carga.

<sup>2</sup> G/E: Grupo Electrógeno.

### 2.3. Construcción de la característica tractiva de los North Benz.

La característica tractiva del camión de carga North Benz se calcula para mostrar sus cualidades de movimiento, como representación gráfica de la ecuación general del movimiento de las máquinas automotrices. Esta comprende las curvas de fuerza tractiva -  $P_n$  versus velocidad de movimiento -  $V^{73}$ . La fuerza tractiva se calcula con el motor trabajando en su característica exterior de velocidad<sup>74</sup>, y depende, entre otras cosas, de la eficiencia  $\eta_0$  y las relaciones de transmisión  $i_c$  del sistema de transmisión.

El trazado de las curvas  $P_n$  vs  $V$  se consigue a través de ecuaciones paramétricas, mediante las cuales se consiguen parear valores de fuerza tractiva y velocidad. La fuerza tractiva que se representa en la gráfica, es la que resulta una vez deducida la fuerza de resistencia del viento -  $W_p$ , de la fuerza que efectivamente llega a las ruedas motrices. Depende, entre otras cuestiones, de las características técnicas del motor de la máquina, de la eficiencia de la transmisión y de las cualidades del sistema de transmisión de fuerzas del automóvil<sup>75</sup>.

En la Tabla 2.2 se muestran los datos empleados para el desarrollo de la característica tractiva de los camiones North Benz. Las columnas de la parte derecha de la tabla se refieren a las relaciones de transmisión de cada marcha ( $Is_n$ ) y del puente propulsor ( $Im$ ). El hecho de que el motor posea 206 kW de potencia permite sobrepasar la capacidad de carga a que estaban acostumbrados los choferes, que antes era de 154 kW a  $2\ 600\ \text{min}^{-1}$ , cuando disponían de camiones Kamaz solamente.

Tabla 2.2. Datos para el desarrollo de la característica tractiva<sup>76</sup>.

Potencia del motor	206 kW	$Is_1$	1 : 8,50
Vía	2500 mm	$Is_2$	1 : 6,00
Alto	3260 mm	$Is_3$	1 : 4,40
Coeficiente aerodinámico	1,1	$Is_4$	1 : 3,40
Radio dinámico	0,53 m	$Is_5$	1 : 2,50
Peso del vehículo	11 200 kg	$Is_6$	1 : 1,80
Eficiencia de la transmisión	0,84	$Is_7$	1 : 1,30
Velocidad máxima	$2\ 200\ \text{min}^{-1}$	$Is_8$	1 : 1,00
Velocidad mínima	$700\ \text{min}^{-1}$	$im$	1 : 3,94

En la Figura 2.1 se presenta la característica tractiva del North Benz equipado con su motor diesel, considerando que no presenta en su sistema de transmisión de fuerzas algún elemento que trabaje con patinaje continuo. Las curvas continuas como parábola invertida son para cada una de las marchas y las líneas discontinuas caracterizan la fuerza de resistencia del camino –  $W_d$  al vehículo completamente cargado, para una carretera de asfalto ( $f = 0,022$ ) y un camino de tierra seco ( $f = 0,06$ ).

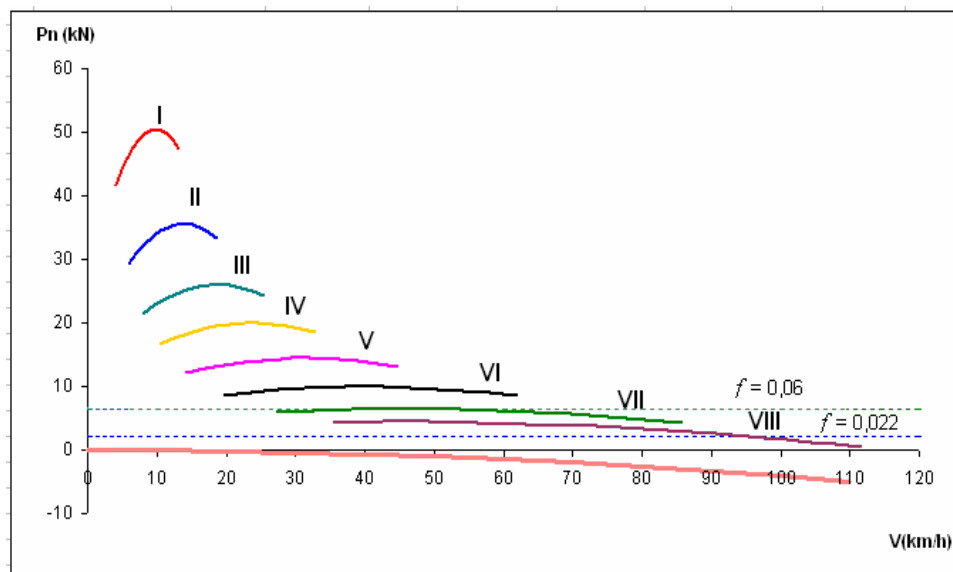


Figura 2.1. Representación de la característica tractiva del North Benz.

Existen otras maneras de representar la característica tractiva<sup>77</sup>, sin embargo, se prefiere ésta forma porque está de acuerdo con el Plan de estudios actual y es la preferida en la bibliografía básica de la asignatura Máquinas automotrices.

Del análisis de los resultados obtenidos y trazados en cada una de las características tractivas, se puede apreciar que el vehículo no puede operar con la séptima u octava marchas conectada en la caja de velocidades a plena capacidad en un camino de tierra, limitándose a 60 km / h la velocidad técnica. Los conductores al estar vinculados con la producción que realizan, frecuentemente tratan de transitar a la mayor velocidad posible, lo que hace que el motor trabaje al límite de su velocidad máxima.

Producto a la menor elasticidad de torque de los motores diesel<sup>78</sup> y al estado de las carreteras de nuestro país, se precisa realizar frecuentes cambios de marchas en la

caja de velocidades, esto no sólo trae sobrecargas en el sistema de transmisión de fuerzas, sino que también sobrecarga al motor del camión, provocando un exceso del consumo de combustible por la máquina y una eventual entrada al taller por fallas de los sistemas y la ejecución de su mantenimiento. Los dos últimos aspectos se abordan seguidamente.

## **2.4. Estudio del régimen de mantenimiento de la flota de camiones North Benz durante el año 2010.**

### **2.4.1. Explotación de los camiones North Benz en la empresa.**

Los camiones marca North Benz se encuentran en numerosas empresas de transporte donde, a pesar de su intensa explotación en condiciones adversas, han mostrado gran capacidad de trabajo a costos aceptables. La misma se alcanza, entre otros factores, por un adecuado régimen de mantenimiento. Al respecto se considera que si bien los ministerios y empresas declaran una política de Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP); las características de las empresas e idiosincrasia de nuestro personal, hacen que se concrete en un régimen de Mantenimiento Correctivo (MC) o contra averías<sup>79</sup>.

Someramente se conoció que en el año 2010 los camiones North Benz consumieron 588 766 litros de combustible diesel, y transportaron 248 475 toneladas de carga, por valor de \$ 2 474 101.

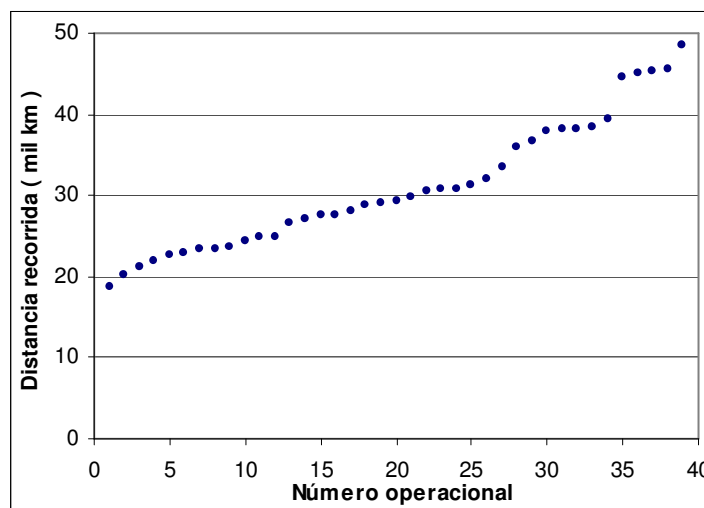


Figura 2.2. Circulación anual de los camiones North Benz.

La Figura 2.2 muestra la circulación anual de los camiones, que fue de 1 208 373 km , codificando su número operacional<sup>80</sup>. En el Anexo1 se muestra la tabla de kilómetros recorridos por cada camión y el número que se le asignó a cada uno de acuerdo al número operacional.

Aunque el recorrido anual fluctúa de 18 731 a 48 515 km a cada vehículo le corresponden como promedio 30 984 km, con una desviación típica de 7 947 km. En la parte derecha de la Figura 2.2 se aprecia que 5 camiones produjeron un “escalón” en la distancia recorrida, superior a 6 000 km. Por el procedimiento estadístico de “caja y bigotes”<sup>81</sup> se determinó que no existen valores atípicos (ver la Figura 2.3).

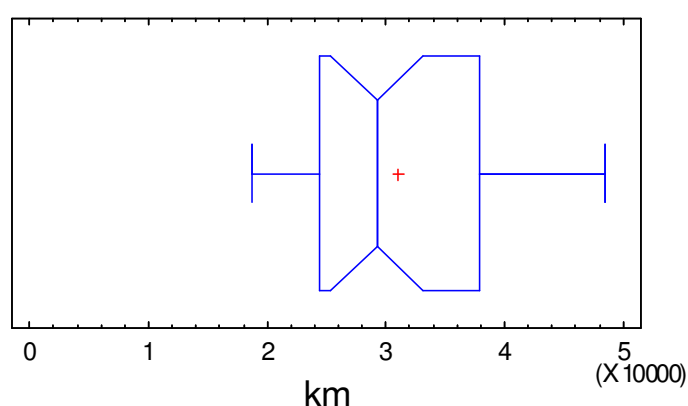


Figura 2.3. Gráfico de “caja y bigotes” de la distancia recorrida.

A continuación se presenta el desempeño del sistema de mantenimiento de éstos camiones, a partir de las órdenes de trabajo emitidas en el año 2010.

#### **2.4.2. Análisis del mantenimiento preventivo planificado a los camiones North Benz.**

El tiempo entre servicios (Ts) de los camiones North Benz es de 2 500 km. Las operaciones de MPP son de 5 tipos: 1 (MT1), 1 con cambio de aceite (MT1 con CAc), 2 con cambio de aceite (MT2 con CAc), 3 con cambio de aceite (MT3 con CAc) y 4 con cambio de aceite (MT4 con CAc). La distribución mensual del MPP en el año 2010 fue según la Tabla 2.3 y la cantidad total de mantenimientos realizados en el año aparecen en el Anexo 2.

Se constató que el mes de enero fue el de menor carga de trabajo por MPP con 6 órdenes de trabajo – OT, el de mayor carga fue el mes de marzo con 29 OT, con un

promedio mensual de 18 OT. De esto debe partir el cálculo del reaprovisionamiento, sobre todo cuando adquirir las refacciones se dificulta por los muchos factores que intervienen en ella.

Tabla 2.3. Distribución mensual del MPP en el año 2010.

<b>Mes</b>	<b>MT1</b>	<b>MT1 con CAc</b>	<b>MT2 con CAc</b>	<b>MT3 con CAc</b>	<b>MT4 con CAc</b>	<b>Total</b>
1	4	0	2	0	0	6
2	9	1	0	2	0	12
3	13	7	2	3	4	29
4	7	6	1	1	3	18
5	12	3	3	2	3	23
6	10	5	2	1	3	21
7	8	2	4	1	1	16
8	15	1	3	3	1	23
9	7	5	2	3	1	18
10	6	3	4	0	1	14
11	10	2	2	0	5	19
12	12	1	3	2	2	20
<b>Total</b>	<b>113</b>	<b>36</b>	<b>28</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>219</b>

Un análisis más detallado, se consigue con los tiempos en taller o estadía (TT) y el de reparación (TR). Tal relación debe ser próxima a la unidad, o sea, emplear el 100 % del TT para reparar la máquina automotriz defectuosa o averiada. La realidad se muestra en la Tabla 2.4. Como se aprecia de la última columna de la Tabla 2.4, en el año 2010 sólo se aprovechó el 22 % del tiempo en taller como promedio. Es decir, de las 3477 h en MPP, sólo 749 h fueron eficaces. Éste punto de vista indica que el mejor mes fue abril y el peor mes fue agosto.



Tabla 2.4. Análisis de tiempos en taller y de reparación por MPP en el año 2010.

Mes	MTTO1		MTTO1 con CAc		MTTO2 con CAc		MTTO3 con CAc		MTTO4 con CAc		Totales		% TR / TT
	TT	TR	TT	TR	TT	TR	TT	TR	TT	TR	TT	TR	
1	11	9	0	0	53	4	0	0	0	0	64	13	20,61
2	107	22	2	2	0	0	31	8	0	0	140	32	23,15
3	100	30	118	22	26	5	46	10	214	51	505	119	23,63
4	85	16	74	17	24	3	7	5	111	39	300	79	26,41
5	96	28	29	7	10	8	11	8	174	25	320	75	23,28
6	20	19	65	12	30	5	2	2	153	29	271	68	25,11
7	65	16	26	11	87	11	21	4	10	8	208	50	23,93
8	245	30	30	2	49	9	105	14	19	10	448	65	14,60
9	33	12	56	10	4	4	48	9	47	12	187	48	25,49
10	67	12	34	7	56	11	0	0	55	2	212	33	15,38
11	143	21	53	5	5	5	0	0	310	57	510	88	17,18
12	83	23	2	2	12	7	82	8	133	38	312	79	25,43
<b>Total</b>	<b>1054</b>	<b>239</b>	<b>490</b>	<b>98</b>	<b>356</b>	<b>72</b>	<b>352</b>	<b>69</b>	<b>1226</b>	<b>272</b>	<b>3477</b>	<b>749</b>	<b>22,02</b>

Otro aspecto importante del régimen de mantenimiento al material rodante lo constituye la realización de revisiones mecánicas (RM). Por ese concepto se emitieron 210 OT, por 997 horas de inactividad, de ellas se emplearon 304 h eficazmente, para el 30,46 %. Se detectan 3 OT que excedieron el mes de entrada (febrero, junio y septiembre); debido a la falta de recursos en el almacén.

En 131 OT de RM se superó el 90 % de la relación entre TR y TT, para el 62,38 %. Tal valor es mucho mejor que en años precedentes, y muestra cuánto se ha hecho en la empresa para asegurar la disponibilidad técnica de los camiones. Como promedio en cada RM se emplean 4,7 h de estadía, de ellas 1,4 h son eficaces. Su distribución mensual en el año mencionado se muestra en la Tabla 2.5. En el aprovechamiento del TT de las RM se promedia 41 %, el mes de mejores resultados fue enero, y el peor mes fue agosto. En el Anexo 3 aparecen registradas la cantidad de revisiones mecánicas realizadas a los camiones en todo el año.

Tabla 2.5. Análisis de tiempos en taller y de reparación por RM en el año 2010.

<b>Mes:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>No. de OT:</b>	12	19	16	26	15	18	21	19	23	14	9	18
<b>TT ( h ):</b>	19	68	123	175	37	54	70	169	56	130	41	55
<b>TR ( h ):</b>	17	33	26	40	18	25	29	23	32	19	13	28
<b>% TR / TT:</b>	89	49	21	23	49	46	41	14	57	15	32	51

#### **2.4.3. Análisis del mantenimiento correctivo a los camiones.**

Su aplicación fundamental es para el estudio de fiabilidad de los sistemas de las máquinas automotrices. En la Tabla 2.6 se resumen la situación del TT para cada camión y mes.

Tabla 2.6. Situación del tiempo en taller para cada camión y mes del año 2010.

<b>No.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>Total</b>
1	0	307	8	0	0	29	548	0	49	106	0	0	1048
2	5	317	66	81	24	550	0	76	12	5	0	0	1135
3	92	32	5	0	9	5	2	10	49	28	0	0	232
4	82	0	2	1	63	0	0	0	0	0	0	0	148
5	3	0	26	7	4	0	80	26	12	1	0	0	161
6	92	32	5	0	9	5	2	10	49	28	0	0	232
7	235	23	2	50	21	36	8	28	42	25	3	33	507
8	875	0	0	86	15	12	0	14	61	41	341	148	1592
9	0	3	7	25	5	40	59	98	7	48	6	43	340
10	68	0	20	0	0	3	0	0	0	0	2	0	93
11	1	0	97	1	0	0	26	15	1	52	6	32	231
12	1	78	7	12	0	33	3	3	0	727	30	0	895
13	28	0	0	0	0	5	47	3	6	6	8	32	133
14	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
15	128	32	10	122	1	4	200	52	106	52	0	1159	1866
16	97	95	32	28	129	6	13	34	1	0	0	0	435
17	300	168	4	81	6	88	3489	0	0	0	0	64	4201
18	0	26	4	0	0	99	66	27	7	0	1	0	230
19	235	23	2	50	21	36	8	28	42	25	3	33	507
20	28	0	0	0	0	5	47	3	6	6	8	32	133

Tabla 2.6. Continuación del tiempo en taller para cada camión y mes del año 2010.

<b>No.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>Total</b>
21	4	0	6	3	8	12	0	26	0	0	0	0	59
22	0	120	2	13	26	7	31	11	0	1652	0	0	1862
23	292	7	63	282	57	55	152	16	38	94	6	85	1146
24	0	0	24	112	0	7	23	3	8	68	189	7	442
25	92	32	5	0	9	5	2	10	49	28	0	0	232
26	291	9	4	2009	0	0	0	0	20	1	25	26	2385
27	0	3	7	25	5	40	59	98	7	48	6	43	340
28	68	0	20	0	0	3	0	0	0	0	2	0	93
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5
30	8	1	31	4	7	24	367	12	1	0	0	0	455
31	1	78	7	12	0	33	3	3	0	727	30	0	895
32	79	123	7	5	0	4	58	375	2	244	207	16	1118
33	0	0	124	2	35	0	0	1	54	29	9	0	254
34	0	31	180	27	115	14	5	0	37	34	222	81	747
35	875	0	0	86	15	12	0	16	61	41	341	148	1594
36	6	0	296	6	98	51	3487	0	0	0	0	0	3945
37	13	32	3	0	1	20	6	4	10	507	19	42	657
38	1	0	97	1	0	0	26	15	1	52	6	32	231
39	9	29	1	0	22	59	234	22	0	8	1	5	390
<b>Total</b>	<b>4010</b>	<b>1612</b>	<b>1175</b>	<b>3131</b>	<b>704</b>	<b>1299</b>	<b>9053</b>	<b>1040</b>	<b>740</b>	<b>4679</b>	<b>1472</b>	<b>2063</b>	<b>30977</b>

El mes de más afectaciones por indisponibilidad no planificada fue julio, y el de menos afectaciones fue septiembre, aunque se promediaron 2 581 h mensuales invertidas en mantenimiento correctivo durante el año 2010. Es decir, cada camión requirió 66 h de mantenimiento correctivo, o no pudo prestar el servicio 8,27 jornadas de 8 h laborables.

Del parque, 8 camiones fueron los responsables del 60 % del TT por mantenimiento correctivo<sup>82</sup>. Aunque no se cumple el principio de Pareto, se trabajó con esos vehículos y sus choferes, determinando que influyeron los siguientes elementos en tal situación:

- **4243:** Estuvo fuera de servicio aproximadamente 5 meses por falta de neumáticos (tiempo fuera de servicio 3489,1 h ).

- **4241:** Hubo que reparar el parachoques por choque y estuvo otro tiempo por falta de neumáticos (tiempo fuera de servicio 1258,5 h ).
- **4234:** Problema con el rodamiento de la barra (tiempo fuera de servicio 1013 h).
- **4248:** Por falta de neumático (tiempo fuera de servicio 1652,45 h).
- **4249:** Problemas con los neumáticos y el cloche (tiempo fuera de servicio 832 h).
- **4252:** Problemas con los neumáticos y el rodamiento de la barra de transmisión (tiempo fuera de servicio 2282 h).
- **4261:** Problemas con los neumáticos y la barra de transmisión (tiempo fuera de servicio 1279,75 h).
- **4262:** Problemas con los neumáticos y carencia de la cruceta de la barra de transmisión (tiempo fuera de servicio 3777 h).

Al comparar los resultados obtenidos con un trabajo similar<sup>83</sup>, donde se determinó que en el cuatrienio 2004 – 2007 los fallos más importantes de los vehículos Renault se localizaron en el motor de combustión interna, el sistema eléctrico, los neumáticos y las llantas y el vagón o plancha como conjunto. La regularidad apreciada es la indisponibilidad de neumáticos, y en menor grado, los repuestos del sistema de transmisión.

Todos los fallos ocurridos por sistemas en éstas máquinas en el año 2010 aparecen recogidos en el Anexo 4.

A continuación se comentan algunos métodos gráficos para estudiar las fallas.

Gráficos de evaluación y control<sup>84</sup>: Existen 2 tipos de gráficos que resaltan por su ingenio al crear por una parte, formas de visualización rápida, como son las curvas de tendencias TAM y por otro lado, las bases del control por importancia y excepción, como son las curvas de Pareto o método ABC.

Curva de tendencias TAM: Mediante la curva de tendencias TAM (total anual móvil), se vigila si una variable cualquiera (CDT - Coeficiente de Disponibilidad Técnica, CUT - Coeficiente de Utilización Técnica, GET - Grado de Eficacia Técnica, TPM - Tiempo de paro por Mantenimiento, etc.) se mantiene a un nivel constante o tiende a crecer o disminuir, lo que indica de forma inmediata que su marcha es favorable o desfavorable. Sus ventajas más significativas son como curva de alerta eficaz y para eliminar las fluctuaciones de estacionalidad.

La curva TAM se construye en base a añadir a los datos de los últimos doce meses, el nuevo mes del presente y restar su homólogo del año (o período) anterior. Se consigue así una cifra que va variando y es el total de los últimos doce meses, que

concluye con el mes que cierra los datos de control. Con ello, al finalizar el período en curso, el último TAM no incluirá ningún dato del período anterior al haber añadido el del mes final del presente y restado el del anterior.

Curva de Pareto: Se conoce como Método ABC o Ley 20 - 80. Esta ley presupone que de una manera general, entre una serie de objetos (activos, sistemas, recursos humanos, talleres, etc.) alrededor del 20 % de ellos, son los causantes del 80 % de los problemas o desviaciones<sup>85</sup>, y es la que usaremos para este estudio.

#### ***2.4.4. Procedimiento para la confección de la Curva de Pareto en el análisis del mantenimiento correctivo a los camiones.***

Teniendo en cuenta la importancia del MPP y la vinculación de la ciencia y la técnica, se analizaron las órdenes de trabajo y se plotearon en una tabla, de la cual salen los valores que se grafican por sistema, y permiten conocer cuáles son los sistemas y roturas que más afectan el parque de equipos. También permite saber donde está fallando el MPP, debido a que éste mantenimiento debe garantizar el buen estado técnico del equipo de mantenimiento a mantenimiento<sup>86</sup>.

A continuación se presentan los pasos más detallados y las gráficas con los datos del parque de Camiones North Benz de la Empresa Servicar referentes al año 2010, como desarrollo del procedimiento.

##### Paso No. 1.

- Definir: Período al que corresponde la información: año 2010 (365 días).
- Objeto que se controla: sistemas y/o partes de los Camiones North Benz de la Empresa de Transporte Servicar- Holguín.
- Elemento que se controla: fallos mecánicos.

##### Paso No. 2.

Obtención de la información correspondiente a la cantidad de fallos (historial de las máquinas u órdenes de trabajo) que ocurrieron durante el año, por cada sistema y/o parte, para la totalidad de los camiones.

La información que se obtiene se recopila de las órdenes de trabajos de cada equipo. Con esto se confecciona la tabla de cálculo (Tabla 2.6) y se ubica la información en la misma. Los sistemas se ubican de forma decreciente, es decir, ordenados de mayor a menor, en correspondencia a la cantidad de fallos (columna 1 - nombre del sistema, columna 2 – cantidad de fallos).

##### Paso No. 3.

Determinar que % del total de fallos representa cada sistema (columna 6, Tabla 2.6), o sea, cantidad de fallos entre el total.

Paso No. 4.

Se procede a calcular el acumulado de la cantidad de fallos, (columna 3, Tabla 2.6).

Paso No. 5.

Calcular el % acumulado de fallos, (columna 7, Tabla 2.6).

Paso No. 6.

Establecer las clases de importancia. A cada sistema se le asigna una clase: A, B o C (columna 8, Tabla 2.6) en dependencia de los resultados alcanzados. La Ley teóricamente establece la relación 20 - 80, pero no siempre en la práctica el resultado es tan exacto, por lo que se acostumbra a establecer las clases atendiendo a 2 alternativas:

- Preestablecer como clase A al 20 % (aproximadamente) de los objetos de la columna 1 y buscar en la columna 7 qué % de los problemas le corresponden.
- Buscar en la columna 7 el 80 % (aproximadamente) de los problemas y ver a qué % de los objetos le correspondería la clase A.

En el caso que se desarrolla se aplicó la segunda alternativa.

La Ley no hace referencia en qué rangos correspondería asignar la importancia de clase B y C, no obstante las aplicaciones prácticas de esta técnica por especialistas del país, han conducido a un cierto consenso alrededor de que del 80 % al 95 % asignar la categoría B y al 5 % restante la clase C. En la Tabla 2.6 se recopilan las fallas de las órdenes de trabajo y se recogen todos los cálculos desarrollados en este prototipo.

Tabla 2.6. Fallos en los sistemas de los camiones North Benz en el año 2010.

<b>Sistema:</b>	<b>No.:</b>	<b>Acu- mulado:</b>	<b>TT ( h ):</b>	<b>TR ( h ):</b>	<b>% de No.:</b>	<b>% Acu- mulado:</b>	<b>Clase:</b>
1- Rodaje.	360	360	15604	1149	49,18	49,18	A
2- Eléctrico.	148	508	2826	540	20,22	69,40	A
3- Motor.	83	591	2239	514	11,34	80,74	A
4- Transmisión.	57	648	5449	452	7,79	88,52	B
5- Frenos.	40	688	2342	346	5,46	93,99	B
6- Carrocería.	19	707	1816	144	2,60	96,58	B

Tabla 2.6. Continuación.

Sistema:	No.:	Acu- mulado:	TT ( h ):	TR ( h ):	% de No.:	% Acu- mulado:	Clase:
7- Otros.	16	723	182	41	2,19	98,77	C
8- Dirección.	8	731	301	58	1,09	99,86	C
9- Suspensión.	1	732	32	7	0,14	100,00	C
	732		30793	3255	100,00		

En la Figura 2.4 se muestra el Gráfico de Pareto de las fallas de los camiones North Benz en el año 2010.

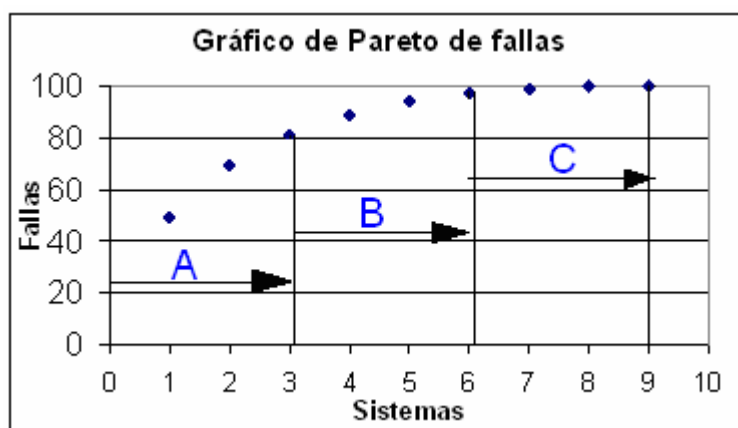


Figura 2.4. Gráfico de Pareto de las fallas en el año 2010.

Según la tabla 2.6 se puede apreciar que:

- El 33,3% de los sistemas generaron el 80,74% de la cantidad de fallos ocurridos (Clase A).
- El otro 33,3%, generó el 15,84% (Clase B).
- En tanto, el 33,3% restante generó sólo el 3,42% (Clase C).

Por tanto la prioridad de atención e intensidad del control deben dirigirse a los elementos de Clase A. Luego Clase B y por último Clase C.

En este momento se recogen las mejores prácticas de mantenimiento<sup>87</sup>, para que se puedan emplear en una comparación referencial: 100 % del tiempo de las personas cubierto por una orden de trabajo; 90 % de las órdenes de trabajo son generadas por inspecciones de mantenimiento preventivo; 30 % de las horas de trabajo son para mantenimiento preventivo; 90 % de cumplimiento de trabajos planificados sobre los trabajos programados; 100 % de confiabilidad se alcanza el 100 % del tiempo; la

efectividad total del equipamiento está sobre el 85 %; escasa falta de repuestos (menos de 1 por mes); sobretiempo menor de 2 % del tiempo total destinado a mantenimiento; y el presupuesto de mantenimiento está dentro del 2 % por pieza de equipo.

## **2.5. Comportamiento de los indicadores de explotación durante el año 2010.**

La evaluación de las cualidades de explotación de éstos medios de transporte se efectúa mediante los indicadores de control que permiten compararlos y determinar su eficiencia bajo las condiciones típicas de operación así como las particularidades de la realización de las transportaciones<sup>88</sup>.

Dentro del transporte se pueden encontrar varios indicadores para verificar los resultados obtenidos, realizar una comparación y definir las medidas a tomar. Éstos influyen directamente en la economía del transporte y por tanto en la de la entidad. De estos prestaremos principal importancia a la Disponibilidad Técnica, la Eficiencia Energética de las Transportaciones, el Coeficiente de aprovechamiento del recorrido y el Consumo de combustible.

### **2.5.1. Coeficiente de Disponibilidad Técnica (CDT).**

La disponibilidad (D) es el indicador fundamental de resultados de las empresas de transporte, y en este contexto se entiende como la capacidad de los vehículos para realizar la función requerida bajo condiciones específicas en un período de tiempo determinado, asumiendo que los recursos externos requeridos son suministrados. En éste trabajo la disponibilidad se calculó como la relación entre los vehículos disponibles y el total del parque.

$$CDT = \frac{\text{Vehículos disponibles}}{\text{Vehículos totales}} \times 100 \quad \text{Ecuación 2.1}$$

El plan de CDT de la empresa es de un 72 % el cual se evalúa de bueno, pues se considera un plan de CDT de un 70 % como aceptable, de un 69 a 55 % de mal, y de un 40 % hacia abajo se dice que no tiene condiciones para trabajar<sup>89</sup>. En la Tabla 2.7 se muestra el comportamiento mensual del coeficiente de disponibilidad técnica de los vehículos durante los 2 últimos años.



Tabla 2.7. Comportamiento del CDT en los años 2009 y 2010.

<b>Meses:</b>	<b>Año 2009:</b>	<b>Año 2010:</b>
Enero	86,6	87,2
Febrero	87,91	90,0
Marzo	90,65	88,25
Abril	86,41	90,40
Mayo	90,57	87,3
Junio	90,43	88,6
Julio	88,01	91,2
Agosto	86,6	86,0
Septiembre	90,34	89,0
Octubre	90,2	88,4
Noviembre	87,69	88,2
Diciembre	88,25	90,4
<b>Promedio</b>	<b>88,6</b>	<b>88,74</b>

Como se puede apreciar en la Figura 2.5 (construida para el año 2010) el comportamiento del CDT de los vehículos North Benz ha sido muy bueno, pues los vehículos poseen apenas 3 años de explotación; y presentan menos fallas que los camiones Kamaz con 2 décadas de explotación en la unidad. Los índices durante el año 2009 y 2010 se han mantenido próximos, siempre por encima del valor plan de la entidad. Se arribó a la conclusión que los valores de CDT de la empresa son afectados principalmente por los camiones Kamaz.

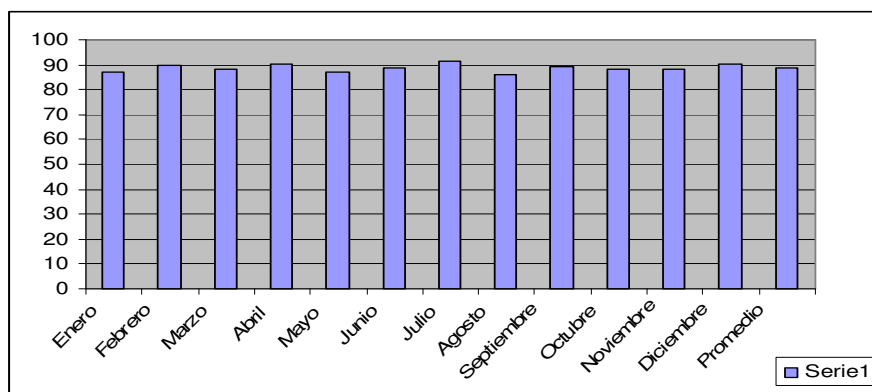


Figura 2.5. Comportamiento del CDT de los vehículos North Benz en el año 2010.

A través de los resultados anteriores podemos realizar un análisis sobre la influencia del CDT en la economía de la entidad. El mismo tuvo un valor promedio de 88,74 % durante el año 2010. Con ello el parque logró transportar 248 475 toneladas de carga, de un plan previsto de 305 995, quedando por debajo de lo planificado.

Este valor de carga trasladada representó para la empresa un ingreso en moneda nacional de \$ 2 474 101. Si los valores de CDT aumentaran como consecuencia de una buena operación de los vehículos como se ha explicado anteriormente, garantizada por la explotación dentro de los regímenes de trabajo y un buen sistema de mantenimiento con un stock de piezas de repuesto para enfrentar las eventualidades, la repercusión en la economía de la entidad sería de una manera más favorable. En el Anexo 5 se muestra el resultado que se obtuvo en el transporte de mercancías en el año 2010 y en la figura 2.6 aparece el comportamiento del CDT de los North Benz respecto al plan de la empresa y al parque de vehículos Kamaz.

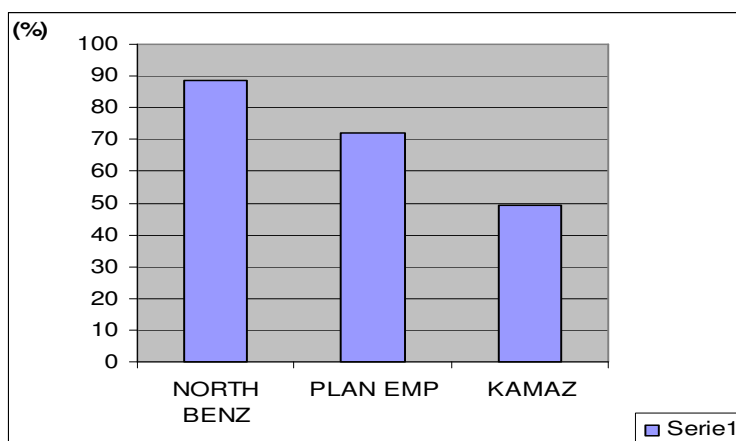


Figura 2.6. Comportamiento del CDT de los vehículos North Benz en el año 2010 respecto al plan de la empresa y al parque de vehículos Kamaz.

### **2.5.2. Coeficiente de aprovechamiento del recorrido ( $\beta$ ).**

Este indicador caracteriza de qué modo y con qué productividad se está aprovechando el recorrido. Es la relación entre el recorrido con carga y el recorrido total (ver Ecuación 2.2). El coeficiente depende entre otros de los siguientes factores: situación de la empresa de transporte y los puntos de carga y descarga y

dirección del movimiento de las cargas que permitan aprovechar el retorno cargado de los vehículos, estructura del movimiento de las cargas; o sea, la incompatibilidad de las cargas no permiten que los vehículos puedan aprovecharse por su característica (por ejemplo: no se pueden transportar alimentos en vehículos cisternas de cemento) y la calidad de la planificación del trabajo del material rodante, etc.

$$\beta = \frac{L_c}{L_t}$$

Ecuación 2.2

El parque de camiones North Benz durante las acciones de transportación de carga recorrió 1 208 373 kilómetros, de ellos 840 176 con carga, transportando 248 475 toneladas de productos. Aplicando la anterior formula tenemos un valor de aprovechamiento del recorrido de 0,69. En la figura 2.7 se muestra el comportamiento de estos vehículos con relación al parque de camiones Kamaz teniendo en cuenta este coeficiente.

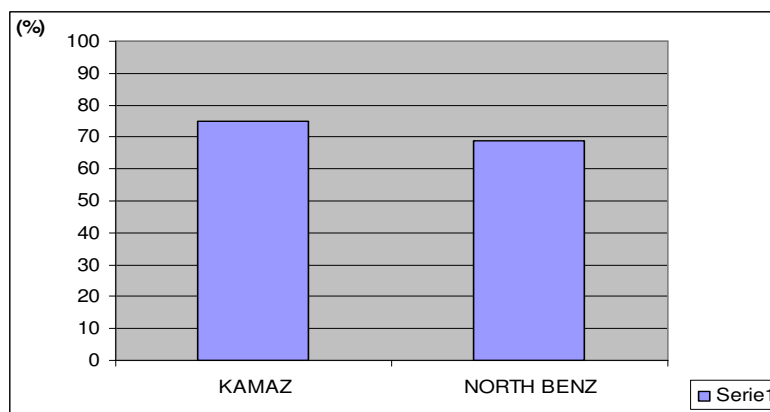


Figura 2.7. Comportamiento del Coeficiente de Aprovechamiento del Recorrido de los vehículos North Benz respecto al parque de vehículos Kamaz.

Como se puede apreciar en la figura anterior los vehículos North Benz tuvieron un menor aprovechamiento del recorrido pero esto no depende de las condiciones técnicas del vehículo, esto depende de la organización de las transportaciones en la empresa.

### 2.5.3. Eficiencia energética de las transportaciones (Ef).

La eficiencia energética es uno de los indicadores más importantes para evaluar la eficiencia (ver Ecuación 2.3). Desde un punto de vista de aprovechamiento del combustible define el rendimiento del combustible en función de la producción (L / t.km) o (L / p.km).

$$Ef = \frac{Cc}{P}$$

Ecuación 2.3

Durante el transcurso del año 2010 los treinta y nueve camiones North Benz de la empresa SERVICAR consumieron 588 766 litros de diesel, recorriendo 1 208 373 kilómetros, de ellos 840 176 con carga, para un tráfico de 21 475 834 t.km. Por lo que el valor de eficiencia energética para las transportaciones realizadas es de 0,027 L / t.km.

Realizando una comparación con un estudio realizado por el Dr. Esteban López en el año 2001)<sup>90</sup> sobre el comportamiento del indicador eficiencia energética de las transportaciones en la Empresa Azucarera “Fernando de Dios”, podemos percibir que 0,027 L / t.km es mucho mejor valor de eficiencia energética que 0,0416. Por lo que concluimos que el valor para esta entidad es aceptable. En la figura 2.8 se puede apreciar como estos vehículos hacen un uso más eficiente del combustible que el parque de camiones Kamaz.

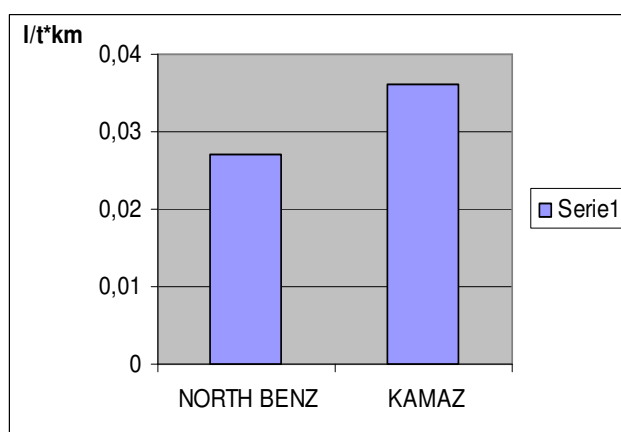


Figura 2.8. Eficiencia Energética de los North Benz y los vehículos Kamaz.

#### 2.5.4. Consumo de combustible (km / L).

Una de las tendencias actuales es producir vehículos que consuman menos diesel, y también es de interés por cada empresa transportista chequear los consumos de este portador energético. Su comportamiento se verifica por medio del índice Consumo de Combustible (ver Ecuación 2.4). Éste define el uso del combustible en función del recorrido total de los equipos, en este caso un parque total de treinta y nueve camiones North Benz. Durante el año 2010 los North Benz en sus actividades recorrieron un total de 1 208 373 kilómetros consumiendo 588 766 litros de diesel.

$$Cc = \frac{Kil.totales}{Comb} \quad \text{Ecuación 2.4}$$

Obtenemos que el consumo de combustible considerando los kilómetros totales recorridos posee un valor de 2,052 km / L. En la figura 2.9 se comparan el consumo de combustible de estas máquinas y el parque de vehículos Kamaz, como se puede analizar los North Benz consumen más combustible pero se debe tener en cuenta que transportan el doble que un vehículo Kamaz.

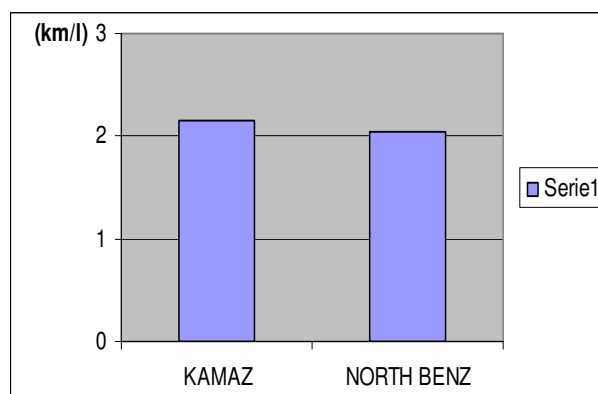


Figura 2.9. Evaluación del consumo de combustible de los North Benz respecto a los Kamaz.

En la Tabla 2.9 aparece una comparación entre los 4 indicadores calculados y éstos mismos indicadores para los camiones Kamaz en el año 2010.

Tabla 2.9. Comparación de los indicadores.

<b>Indicadores:</b>	<b>North Benz:</b>	<b>Kamaz:</b>
Disponibilidad técnica (%).	88,74	49,20
Coeficiente de aprovechamiento del recorrido.	0,69	0,75
Eficiencia energética de las transportaciones (L / t.km).	0,027	0,036
Consumo de combustible (km / L).	2,052	2,16

## **2.6. Factores que intervienen en el aumento del consumo de combustible y algunos consejos para contrarrestarlos.**

Las pérdidas de energía durante el frenado y desaceleración pueden ser muy relevantes, especialmente en vehículos que deben frenar o reducir la velocidad de manera recurrente, tales como camiones que operan en zonas urbanas o carreteras en mal estado. Además de esto, muchos camiones deben operar bajo condiciones que requieren de un rango muy amplio de desempeño del motor.

Estos motores tienden a ser más grandes y menos eficientes que aquellos diseñados para funcionar en un rango más acotado de prestaciones. Si se consideran las pérdidas de energía debido a los frenados y al combustible adicional que consumen los motores menos eficientes con componentes más pesados, éstas pueden llegar a representar el 30 % de la energía total consumida por el vehículo<sup>91</sup>.

El impacto de la velocidad sobre el consumo de combustible depende de varios factores incluyendo la aerodinámica la velocidad del motor y las condiciones de operación. En términos generales aumentar la velocidad en 1 km / h aumenta el consumo de combustible en 0,03 km / litro. Para un camión con una aerodinámica deficiente el aumento puede llegar a ser hasta el doble de la cifra anterior<sup>92</sup>.

Mayores velocidades también originan mayores costos de manutención, debido a un mayor desgaste del motor neumáticos y frenos. Esto unido al deterioro de las carreteras en nuestro país acentúa más las perdidas energéticas de estas máquinas. La gestión de la velocidad es una manera sencilla y efectiva de ahorrar combustible reducir emisiones y prevenir el desgaste excesivo. Los transportistas o conductores pueden adoptar estrategias de velocidad a muy bajo o ningún costo<sup>93</sup>.

Por otro lado reducir la velocidad puede disminuir los gastos en manutención y reducir su frecuencia. El tiempo entre revisiones de motor, por ejemplo, está directamente relacionado con el uso de combustible. Mantener velocidades máximas de 90 km / h en vez de 100 km / h reduce el desgaste del motor y extiende el tiempo

entre ajustes de motor, lo que permite ahorrar importantes sumas de dinero al año por cada camión; además de no dejar de recibir ingresos gracias a poder mantener el material rodante en ruta. Las flotas que adoptan estrategias de velocidad reportan ahorros adicionales debido a menores recambios de frenos entre otros ítems<sup>94</sup>.

Aún los conductores más experimentados pueden mejorar sus habilidades y aumentar su desempeño a través de programas de capacitación a conductores. Los entrenamientos para lograr mayor eficiencia en el consumo de combustible permiten a los conductores reconocer y modificar hábitos de conducción contraproducentes a la economía del combustible<sup>95</sup>. Son ejemplos: estudios realizados confirman que conducir a 100 km / h en vez de a 90 km / h puede requerir un 20 % más de combustible; mantener un motor en ralentí puede consumir cerca de 3,5 litros de combustible por hora; conducir con un motor a muy altas revoluciones puede ser una fuente de ineficiencias de 10 o más litros de combustible por hora. Otros hábitos que aumentan el consumo de combustible son realizar cambios de marcha indebidos o frecuentes aceleraciones demasiado rápidas y detenciones o partidas muy frecuentes, como resultado de una mala anticipación de las condiciones de tránsito y de tomar rutas poco convenientes.

Pequeños y sencillos cambios en las técnicas de conducción pueden permitir ahorrar un 5 % o más de combustible<sup>96</sup>. De acuerdo a un estudio realizado en Canadá se estima que muchas flotas de camiones podrían mejorar de 10 % o más el consumo de combustible a través del entrenamiento y monitoreo de conductores. Un estudio realizado para la Comunidad Europea estimó que un curso de un día de duración realizado una vez al año podría incrementar la eficiencia en el consumo de combustible en un 5 %. Dos flotas analizadas en Canadá lograron mejoras documentadas en su eficiencia en el uso de combustible de entre 18 % y 20 % a través programas de capacitación a los conductores. Mantener una distancia de seguridad (una adecuada distancia de seguridad le permite circular a una velocidad regular y no consumir energía en exceso pues evita frenar y acelerar bruscamente) ahorrará entre el 10 y el 15 % de combustible.

El automóvil es un modo de transporte no muy eficiente, sin embargo es uno de los más usados. En cuanto al automóvil lo ideal es poder usarlo al máximo de su capacidad (es típico ver a los camiones trasladarse sin carga con solo un pasajero, el conductor), además tener un vehículo que consuma poco combustible, en general

los más nuevos. En el uso en si se destacan unos cuantos consejos que les pueden servir para poder usar mejor sus recursos<sup>97</sup>:

- Afinación, esto dará mayor eficiencia al uso de la maquinaria, es recomendable cambiar los filtros de gasolina y de aire cada 10 mil km.
- Conozca su ciudad, para tomar rutas alternas que agilicen el tráfico y pueda desplazarse en un tiempo más corto, ahorrado tiempo, gasolina, uso de aceites, etc.
- Modere su velocidad, los acelerones y frenados bruscos consumen más gasolina que durante la marcha inicial.
- Calentamiento de su motor: basta con hacerlo por un periodo de 30 segundos antes de echarlo andar, recuerde que un vehículo encendido y detenido contamina más que en movimiento.
- Distancia de seguridad: una adecuada distancia de seguridad le permite circular a una velocidad regular y no consumir energía en exceso, pues evita frenar y acelerar bruscamente. De esta forma ahorrará entre el 10 y el 15% de combustible.
- En pendientes: conviene levantar el pie del acelerador y aprovechar la inercia del coche, utilizando el cambio de marchas y el freno para pequeñas correcciones y ajustes de velocidad.
- Velocidades: en cuanto parte el vehículo es importante cambiar -lo antes posible- de primera a segunda marcha. Cuanto más larga sea la marcha inferior a la que circule, menor será el gasto.
- Conducir a 90 km / h en vez de 110 km / h , le permite ahorrar un 25 % de bencina.

## **2.7. Análisis energético.**

Es de gran importancia comprobar los índices de consumo de estas máquinas, ya que si se encuentran fuera de las normas establecidas por el fabricante provocará un aumento en el consumo de portadores energéticos. Mantener el coeficiente de disponibilidad técnica en valores aceptables contribuye a un aumento de los ingresos a la empresa.

El coeficiente de aprovechamiento del recorrido al mantenerse dentro de los valores permisibles<sup>98</sup> (0,69) posibilita que se haga un uso más eficiente del combustible, aunque este valor puede aproximarse más a la unidad mejorando la organización del transporte de mercancías. El consumo de combustible por estas máquinas se ha



comportado próximo a los valores normados por catalogo, lo que no descarta que se siga prestando gran atención a los servicios técnicos que se le realizan a las mismas.

## **2.8. Valoración económica y ambiental de la propuesta planteada.**

Operar estas máquinas en las condiciones de explotación adecuadas posibilita realizar la menor cantidad de gastos en operaciones de mantenimiento y aumentar la disponibilidad de estos vehículos logrando un aumento en el transporte mercancías y en las ganancias monetarias de la empresa.

Un aspecto importante a tener en cuenta es la reducción de las emisiones contaminantes y el consumo de energía derivados de las actividades relacionadas con el sector del transporte, con el fin de evitar o reducir el consiguiente impacto medioambiental (principalmente, la contaminación atmosférica en las áreas urbanas, y sus efectos sobre la salud pública y sobre el entorno local y regional, y la producción de gases con efecto invernadero) sin que ello afecte al crecimiento económico de la zona<sup>99</sup>.

La empresa Servicar para contrarrestar estas contaminaciones emplea fosas para el almacenamiento de los lubricantes desechados, y los vehículos son sometidos a una inspección para asegurar que no exista derrame de contaminantes ni fuga de gases tóxicos.

## **2.9. Contribución de este trabajo a la defensa de la Patria.**

Este trabajo contribuye de manera significativa a la defensa de nuestro territorio, ya que tiene el objetivo de determinar cuales son las condiciones de explotación en las que deben de operar los camiones North Benz, y así mantener su buen estado técnico para que la empresa pueda realizar la prestación de servicios de transportación de carga a empresas estatales, ofreciendo un sistema seguro, eficiente, homogéneo, moderno y ahorrador que satisfaga las crecientes demandas, manteniendo la condición de veladores y exigentes por la prevención del medio ambiente, así como compatibles con la defensa y seguridad del país<sup>100</sup>.

En tiempo de guerra la empresa tiene la función de prestar servicio en el transporte de armamentos y personas hacia las zonas de combate.

## **Conclusiones del capítulo 2.**

Se pudo determinar la característica tractiva del North Benz y mediante la interpretación de la misma se obtuvieron las condiciones de explotación óptimas bajo las cuales deben operar estas máquinas. Mediante el estudio realizado al sistema de mantenimiento se pudieron determinar los sistemas que más afectaron la disponibilidad del parque. La determinación de los indicadores del transporte permitió realizar una comparación con los vehículos Kamaz que forman parte del parque general de la empresa.

# CONCLUSIONES

## **CONCLUSIONES.**

1. El mal estado de las rutas por donde transitan los camiones repercute directamente en el descenso de la disponibilidad técnica de los camiones North Benz, por lo que la velocidad técnica se limita a lo sumo a unos 60 km / h. Tal valor se determinó mediante la característica tractiva construida, por lo que se determinó satisfactoriamente la respuesta dinámica de los camiones.
2. La mayor causa que afecta la disponibilidad de estas máquinas es la carencia de neumáticos y repuestos del sistema de transmisión.
3. Se determinó que los sistemas que más fallaron fueron, sistema de rodaje, sistema eléctrico y el motor de combustión interna.
4. Los indicadores calculados se mantuvieron dentro de los valores aceptables por lo que la salud de la empresa respecto a estas máquinas se evalúa como buena.

# RECOMENDACIONES

## **RECOMENDACIONES**

1. Mantener un stock en el almacén de neumáticos y elementos del sistema de transmisión para enfrentar las eventualidades.
2. Lograr que los destinos de transportación se conviertan en origen para hacer un uso más eficiente del combustible.
3. Profundizar en el balance de cargas de la empresa, priorizando el empleo del vehículo más eficiente. En este caso los camiones North Benz.

# BIBLIOGRAFÍA

## Bibliografía

- 
- <sup>1</sup> Instituto Mexicano del Transporte. Productividad en el transporte mexicano. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Publicación Técnica No. 149. Sanfandila, Qro. 2000. 18-4-2002. 129 p.
  - <sup>2</sup> CONAE. Manual de conducción técnico económica transporte de carga con motores diesel. 13-6-2002. 57 p.
  - <sup>3</sup> Mitrovich, Sergio. Medio ambiente, energía y transporte. UE.2003. pág 64
  - <sup>4</sup> Radian International LLC. RCN 670017 5104. Manuales del programa de inventarios de emisiones de México. Volumen II – fundamentos de inventarios de emisiones. Final. 19-12-2000. 91 p. California.
  - <sup>5</sup> Eficiencia Energética en el Transporte Automotor /Dr. José R. Fuentes Vega... [et al.] Habana : Ediciones Habana,2004. 106 p.
  - <sup>6</sup> Morales Pérez, Carmen. Panorama de las terminales multi e intermodales en México. IMT. Sanfandila, Qro. 2003. 83 p. (Publicación Técnica No. 221)
  - <sup>7</sup> Perfeccionamiento empresarial. Realidades y retos. Alhama Belamaric, Rafael.. [et al.] Editorial de Ciencias Sociales, La Habana, 2001. 120 p.
  - <sup>8</sup> Labrada Sol, Yoan. Entorno operacional y respuestas dinámicas, económicas y técnicas, de los camiones North Benz, en la empresa SERVICAR Holguín. Holguín; Universidad de Holguín: MES, 2010. 74 p. (Proyecto de Ingeniería III).
  - <sup>9</sup> CEIM. Gestión e Ingeniería Integral del Mantenimiento. CUJAE. Ciudad de La Habana, Cuba. 2003. 232p.
  - <sup>10</sup> Rico Rodríguez, Alfonso. Guía metodológica para el estudio de sistemas regionales de transporte. IMT. Sanfandila, Qro, 1991. 110 p. (Documento Técnico No. 6.)
  - <sup>11</sup> KARDEC, Alan y Nascif Julio. Mantenimiento Función Estratégica. Río de Janeiro, Brasil. Qualitymark Ed. 2002. 7 p.
  - <sup>12</sup> De La Torre, Fernando. Cultura de mantenimiento. Reto para la empresa cubana. CEIM, ISPJAE. Ciudad de La Habana, Cuba. 1998. 11 p.
  - <sup>13</sup> Díez, Daniel. Estudio y propuesta de indicadores técnicos y económicos de mantenimiento para su informatización. CEIM - CUJAE, Ciudad de La Habana. 2002. 53 p. (Trabajo de diploma)



- <sup>14</sup> Milanés Lahera, Rafael. Sistema de mantenimiento de los camiones North Benz. Servicar Holguín. 2010. 12 p.
- <sup>15</sup> Partido Comunista de Cuba. Proyecto de lineamientos de la política económica y social. La Habana. 2010. 32 p.
- <sup>16</sup> Castro Ruz, Fidel. La eficiencia en el transporte automotor. Diario Granma 9 de febrero del 2010. Año 11 / Número 5.
- <sup>17</sup> Mayoral, María. Del colapso a la Revolución Energética. Periódico Granma. 8 de enero del 2007. Año 11/ Número 8. <http://www.granma.cubaweb.cu/>. [consultado: 15 marzo 2011].
- <sup>18</sup> González Arizmendi, Carlos. Los latinoamericanos andamos con las llantas desinfladas. <http://www.autocosmos.com.mx/> [consultado: 5 mayo 2011].
- <sup>19</sup> Ortiz Mora, Sergio. Manual de reparaciones para camiones de Beifang. Habana. Ediciones Habana 2007. 352 p.
- <sup>20</sup> Rodríguez Oro, Roberto. Política de calidad. Servicar Holguín. Holguín 2006. 32 p.
- <sup>21</sup> CONAE. Manual de información técnica de neumáticos. Dirección de Transporte. México D. F. 26-3-2003. 27 p.
- <sup>22</sup> Navarro Ojeda, Marcelo. Clase metodológica instructiva optando por la categoría docente de profesor titular. Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya". Holguín, 2002. 55 p.
- <sup>23</sup> Estudio de la demanda de transporte / Víctor M Islas Rivera.. [et al.]. Publicación Técnica No. 213. Sanfandila, Qro, 2002. 152 p.
- <sup>24</sup> Murga, Mikel. Planificación del transporte urbano. Curso MIT 1.252j/11.380j. 2002. MIT. 6-9-2002.
- <sup>25</sup> SEDESOL. Programa de asistencia técnica en transporte urbano para las ciudades medias mexicanas. Manual normativo. Tomo III. Manual de Desarrollo Institucional. 12-12-2001. 31 p.
- <sup>26</sup> Castillo Ascencio, Orlando. El transporte automotor y sus características. Habana. CUJAE.MES, 2010. 62 p.
- <sup>27</sup> Pulkrabek, Willard W. Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine. University of Wisconsin. Platteville, United States of America. 425 p. 25-4-2005.
- <sup>28</sup> Dyadem Press. Guidelines for Failure Mode and Effects Analysis for Automotive, Aerospace and General Manufacturing Industries. Ontario. 143 p. 10-3-2005.

- <sup>29</sup> Crespo Márquez, Adolfo y Moreu De León, Pedro. Ingeniería de mantenimiento. Técnicas y métodos de aplicación a la fase operativa de los equipos. AENOR. Madrid. 2004. 427 p.
- <sup>30</sup> Policarpo de Oliveira, Ricardo. Glossário técnico e Engenharia Industrial: Uma Guia de Referencia para a Industria. 08-07-2003. 361 p.
- <sup>31</sup> Gross, John M. Fundamentals of Preventive Maintenance. American Management Association. New York .22-1-2006. 237 p.
- <sup>32</sup> Arbella Feliciano, Yorley. Influencia de los viales en el estado técnico de los ómnibus Yutong. Holguín. Universidad de Holguín. Curso 2008 – 2009. 69 p. (Tesis de grado)
- <sup>33</sup> Intelligent fault diagnosis and prognosis for engineering systems/ George Vachtsevanos.. [et al.]. Inc, Hoboken, New Jersey. 2006. 454 p.
- <sup>34</sup> Knezevic, Jezdimir. Mantenibilidad. Isdefe. Madrid. 2-12-2003. 210 p.
- <sup>35</sup> Madariaga Ávila, Joelsi. Recopilación y automatización de los problemas típicos en los diferentes sistemas de los automóviles, las causas y las soluciones. Curso 2009 – 2010. 59 p. (Tesis de grado)
- <sup>36</sup> Hernández Durán, Osbeidy. Estudio de los tiempos indisponibles y las fallas más comunes en los vehículos de transporte de carga Marca KAMAZ, de la Empresa SERVICAR Holguín. Holguín; Universidad de Holguín: MES Curso 2007 – 2008. 76 p.
- <sup>37</sup> Theo Mang y Wilfried Dresel. Lubricants and Lubrication. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. 15-12-2007. 894 p.
- <sup>38</sup> J. Wikoff,Darrin. Maintenance Engineering Handbook. 7th Edition. McGraw-Hill Companies, Inc. United States of America.  
<http://dx.doi.org/10.1036/0071546464.3-1-2009>. 1244 p. [consultado: 7 marzo 2011].
- <sup>39</sup> Barron,Randall F. Industrial Noise Control and Acoustics. Louisiana Tech University. Ruston, Louisiana. Marcel Dekker, Inc. United States of America. 534 p.
- <sup>40</sup> Reparación del Automóvil/ Eugenia Sosontova.. [et al.]. Habana. Edit. Pueblo y Educación. La Habana. 1982. 320 p.
- <sup>41</sup> Benedict, John T. Section 11 Transportation. En: Marks' Standard Handbook for Mechanical Engineers (10th Edition New York). 20-10-2003. 135 p.

- <sup>42</sup> Molina, José. Mantenimiento y seguridad industrial. <http://www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml> [consultado: 7 mayo 2011].
- <sup>43</sup> Navarrete Pérez, Enrique; González Martín, José. Régimen Mantenimiento Industrial. Edit. Pueblo y Educación. La Habana. 1986. 287 p.
- <sup>44</sup> Universitas. Mantenimiento – Su Implementación y Gestión. Argentina. 10-10-2007 350 p.
- <sup>45</sup> Prando, Raúl R. Manual de gestión de mantenimiento a la medida. Editorial Piedra Santa, Guatemala. 1996. 89 p.
- <sup>46</sup> Kreith, Frank. Section 10 – Transportation. En: Mechanical Engineering Handbook. 9-7-2008. 46 p.
- <sup>47</sup> Hidalgo Batista, Elio. Vinculación e importancia de los contenidos de la asignatura Mantenimiento con el desgaste y el ahorro de portadores energéticos en los procesos productivos y la defensa del país. Holguín; Universidad de Holguín. 2011. 5p (Clase metodológica instructiva)
- <sup>48</sup> Del Castillo Serpa, Alfredo. Monografía sobre Estadística y Fiabilidad. La Habana. CUJAE. 15-12-2006. 42 p.
- <sup>49</sup> Beatón Trujillo, Yoandri. Estudio de fallos en cuñas tractoras marca Renault, de la Filial de Transporte de Almacenes Universales S. A., Sucursal Holguín. Curso 2007 – 2008. 11 p.
- <sup>50</sup> Camargo, Javier y Hernández Amalio. Operaciones en el transporte. Editorial de Ciencias Sociales La Habana 1989. 61-70 p.
- <sup>51</sup> WIDMAN Internacional Banner. *Mantenimiento de Camiones Pesados.*: [http://www.biblioteca.reduc.edu.cu/biblioteca.virtual/construcciones/LIBROS/PRECONS\\_II/](http://www.biblioteca.reduc.edu.cu/biblioteca.virtual/construcciones/LIBROS/PRECONS_II/) [consultado: 29 marzo 2011].
- <sup>52</sup> WIDMAN Internacional Banner. *Mantenimiento de Camiones Pesados* .[http://www.biblioteca.reduc.edu.cu/biblioteca.virtual/construcciones/LIBROS/PRECONS\\_II/](http://www.biblioteca.reduc.edu.cu/biblioteca.virtual/construcciones/LIBROS/PRECONS_II/) [consultado: 29 marzo 2011].
- <sup>53</sup> Wong, J. Theory of ground vehicles. Third Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York. 19-2-2003. 558 p.
- <sup>54</sup> Fuentes Vega, José R y Pérez Gálvez Ramón. Uso eficiente de la energía en el transporte. Ministerio de Educación Superior 2009. 30 p. (Maestría en Eficiencia Energética, Guía de estudio)

- <sup>55</sup> Girardotti, Luis M. Economía de transporte. Función económica del transporte. Facultad de Ingeniería de la UBA. Buenos Aires, Argentina. 9-12-2003. 21 p.
- <sup>56</sup> Girardotti, Luis M. Planeamiento del transporte. Facultad de Ingeniería de la UBA. Buenos Aires, Argentina. 9-12-2003. 10 p.
- <sup>57</sup> A. Maincent, R. Martin y S. Fornengo. Truck driver's behaviour and rational driving assistance. LEACM. Université Lyon. Francia. 9-11-2004. 13 p.
- <sup>58</sup> Second Opinion - How Maintenance Affects Fuel Efficiency. <http://www.schleeter.com/reduce-fuel-consumption.htm> [consultado: 13 abril 2011].
- <sup>59</sup> Impact of driving styles on exhaust emissions and fuel economy from a heavy-duty truck. M. Sánchez.. [et al.]. laboratory tests. 2006 Inderscience Enterprises Ltd. Int. J. Heavy Vehicle Systems, Vol. 13, Nos. 1/2, 2006. 18 p.
- <sup>60</sup> Stefan Suter y Felix Walter. Environmental Pricing - Theory and Practice. The Swiss Policy of Heavy Vehicle Taxation. Journal of Transport Economics and Policy, Volume 35, Part 3, September 2001,. Bern, Switzerland. 381a 397 p.
- <sup>61</sup> Coyle M, Whiteing A. E. y Murray W. Fuel saving interventions: facts and fiction. Transport and Logistics Research Unit, University of Huddersfield. United Kingdom. 6-03-2002. 17 p.
- <sup>62</sup> Transportation Research Board. Tires and Passenger Vehicle. Fuel Economy. Prepublication Copy - Uncorrected Proofs. Informing Consumers, Improving Performance. Special Report 286. Washington, D.C. 2006. 134 p
- <sup>63</sup> 6to Congreso del PCC. Proyectos de Lineamientos de la política económica y social. Habana 2010.32 p.
- <sup>64</sup> Arias – Paz Guitián, Manuel. Manual de automóviles. 54 ediciones. Editorial Dossat. España.
- <sup>65</sup> McCallen, Rose. Progress in Reducing Aerodynamic Drag for Higher Efficiency of Heavy Duty Trucks (Class 7-8). NASA. 14-12-2009. 10 p.
- <sup>66</sup> Hesham, Rakha. Vehicle dynamics model for predicting maximum truck acceleration levels. 1-6-2001. 34 p
- <sup>67</sup> Miranda Miranda, Juan José. Administración financiera en la gerencia de proyectos. 2005. 18 p.
- <sup>68</sup> SEDESOL. Dirección general de ordenación del territorio. Tomo VI. Manual de Elaboración del Inventario del Estado Funcional de Pavimentos. Programa de

asistencia técnica en transporte urbano para las ciudades medias mexicanas.. 14-12-2001. 48 p. (Manual normativo).

- <sup>69</sup> Gordon, Keller y Sherar, James. Ingeniería de Caminos Rurales. Guía de Campo para las Mejores Prácticas de Administración de Caminos Rurales. Instituto Mexicano del Transporte. 9-2004. 181 p.
- <sup>70</sup> Valle Paneque, Yosvani (director de operaciones). Consulta a experto. Holguín. 2010.
- <sup>71</sup> Szczepaniak, Cesary; Aragón, R. Teoría del automóvil. Edit. Pueblo y Educación. La Habana 1992. 276 p.
- <sup>72</sup> Valle Paneque, Yosvani. Manual de operaciones. Holguín. Servicar Holguín 2009. 25 p.
- <sup>73</sup> Delor, Thomas. The new rules of driving: How to use momentum instead of fuel to move your car. 30-4-2008. 11 p.
- <sup>74</sup> Benedict, John T. Section 11 – Transportation. En: Marks' Standard Handbook for Mechanical Engineers. 10th Edition. 20-10-2003. 135 p
- <sup>75</sup> López Milán, Esteban y Sanfort Navarro, Julio. "Sistema TRACTIVA Versión 2.1". La Habana, 2001. (Registro de obra protegida: 07678-7678).
- <sup>76</sup> Ortiz Mora, Sergio. Manual de reparaciones para camiones de Beifang. Habana. Ediciones Habana 2007. 352p.
- <sup>77</sup> Kreith, Frank. Chapter 10 Transportation. En: Mechanical Engineering (Handbook). 9-7-2008. 46 p
- <sup>78</sup> Kutz, Myer. Mechanical Engineers' Handbook. Second Edition. Myer Kutz Associates, Inc. Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons Inc. New York. 27-2-2003. 2293 p
- <sup>79</sup> Bronshtein, L. A. y A. S. Shulman. Economía del transporte por carretera. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1982. 440 p.
- <sup>80</sup> Hernández Duran, Osbeydi. Sistema de mantenimiento de los North Benz. Holguín. Servicar Holguín. 2007.12 p.
- <sup>81</sup> Statistical Graphics Corp. STATGRAPHICS Plus para Windows. Versión 5.1. 2000.
- <sup>82</sup> Rigol Cardona, Buenaventura. Elaboración propia. Holguín; Universidad de Holguín: MES, 2010. 15 p.

- <sup>83</sup> Beatón Trujillo, Yoandris. Datos de desempeño del taller de mantenimiento. Holguín; SERVICAR: MITRANS, 2010. 89 p. (Tesis de grado)
- <sup>84</sup> Ross, Sheldon M. Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientists. Elsevier Academic Press. Burlington, Massachusetts. United States of America. 2004. 461 p.
- <sup>85</sup> Hernández Hatre, Adolfo. Técnicas Básicas de Calidad. Instituto de Fomento Regional. Asturias, España. 15-4-2004. 65 p.
- <sup>86</sup> Yamada Fujiyoshi, Jorge Toshio. Desarrollo de un modelo de calidad para la administración del mantenimiento industrial. Sección de Estudios de Postgrado e Investigación. 160 p. (Tesis de maestría)
- <sup>87</sup> Smith, Ricky. Las mejores prácticas de mantenimiento. Life Cycle Engineering. 27-4-2003. 16 p.
- <sup>88</sup> Coyle M, Whiteing y Murray W. Fuel saving interventions: facts and fiction. Transport and Logistics Research Unit. University of Huddersfield. 17 p. 6-3-2002. United Kingdom. <http://www.hud.ac.uk/sas/trans/>. [consultado: 7 mayo 2011].
- <sup>89</sup> WIDMAN Internacional Banner. *Mantenimiento de Camiones Pesados*. [http://www.biblioteca.reduc.edu.cu/biblioteca.virtual/construcciones/LIBROS/PRECONS\\_II/](http://www.biblioteca.reduc.edu.cu/biblioteca.virtual/construcciones/LIBROS/PRECONS_II/) [consultado: 29 marzo 2011].
- <sup>90</sup> López Milán, Esteban. Comportamiento del indicador eficiencia energética de las transportaciones en la Empresa Azucarera “Fernando de Dios”. 2001
- <sup>91</sup> EQUIPO TRANSMARKET. Transporte Sustentable y Eficiente. [http://blog.transmarket.cl/2010/11/estrategias-para-la-gestion-eficiente\\_10.html](http://blog.transmarket.cl/2010/11/estrategias-para-la-gestion-eficiente_10.html). [consultado: 23 febrero 2011].
- <sup>92</sup> Coyle M, Whiteing y Murray W. Fuel saving interventions: facts and fiction. Transport and Logistics Research Unit. University of Huddersfield. 17 p. 6-3-2002. United Kingdom. <http://www.hud.ac.uk/sas/trans/>. [consultado: 7 mayo 2011].
- <sup>93</sup> National Policy Analysis. Corporate Average Fuel Economy. CAFE Standards Kill: Congress' Regulatory Solution to Foreign Oil Dependence Comes at a Steep Price. 7-2006. United States of America. <http://www.nationalcenter.org/NPA546CAFEStandards.html>. [consultado: 29 de enero 2011].
- <sup>94</sup> European Community. Fuel economy in automobiles. Directive 93/116/EC. 17.12.1993. <http://europa.eu.int/eur->

<lex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31993L0116.html>. [consultado: 3 de abril 2011]

<sup>95</sup> Backhoff Pohls, Miguel Ángel. Transporte y espacio geográfico. Una aproximación geoinformática. Universidad Nacional Autónoma de México. 2005. 204 p.

<sup>96</sup> Delor, Thomas. The new rules of driving: How to use momentum instead of fuel to move your car.30-4-2008. 11 p.

<sup>97</sup> Quevedo Bracho, Jhonny. Uso eficiente de los automóviles. <http://feeds.feedburner.com/SolucionesAmbientales.htm>. [consultado: 3 de abril 2011]

<sup>98</sup> Milanés Lahera, Rafael. Consulta con experto.Holguin.Servicar Holguin.2011.

<sup>99</sup> IPN. Pilas y baterías. ¿Qué hacer con residuos tóxicos tan comunes? 1-8-2007.6 p.

<sup>100</sup> MINFAR. Centro de Investigación y Desarrollo de Tanques y Transporte. Manual de diagnosis técnica de los carros militares. Ciudad de La Habana, 2004. 227 p.

# ANEXOS



## ANEXOS

### Anexo 1. Tabla de kilómetros recorridos por cada máquina.

<b>Total</b>	<b>1208373 km</b>		
<b>Equipo</b>	<b>Km totales</b>	<b>Por mil km</b>	<b>Código</b>
4240	18731	18,7	1
4237	20194	20,2	2
4227	21229	21,2	3
4235	21902	21,9	4
4243	22636	22,6	5
4236	23027	23,0	6
4242	23317	23,3	7
4259	23399	23,4	8
4249	23602	23,6	9
4230	24355	24,4	10
4262	24750	24,8	11
4245	24861	24,9	12
4234	26479	26,5	13
4261	27041	27,0	14
4253	27632	27,6	15
4263	27697	27,7	16
4251	28172	28,2	17
4254	28794	28,8	18
4256	29007	29,0	19
4258	29260	29,3	20
4247	29879	29,9	21
4248	30519	30,5	22
4241	30708	30,7	23

**Anexo 1. Continuación.**

<b>Equipo</b>	<b>Km totales</b>	<b>Por mil km</b>	
4260	30709	30,7	24
4244	31211	31,2	25
4252	31928	31,9	26
4228	33491	33,5	27
4231	35867	35,9	28
4255	36682	36,7	29
4257	37879	37,9	30
4229	38165	38,2	31
4232	38191	38,2	32
4264	38451	38,5	33
4239	39544	39,5	34
4233	44746	44,7	35
4238	44998	45,0	36
4250	45200	45,2	37
4246	45605	45,6	38
4265	48515	48,5	39

**Anexo 2: Cantidad y tipos de mantenimiento realizados en el año 2010.**

<b>No.</b>	<b>Tipo de MTTO</b>	<b>Fecha entrada</b>	<b>Fecha salida</b>	<b>mes IN</b>	<b>mes OUT</b>	<b>Tiempo en taller</b>	<b>Tiempo en reparación</b>	<b>% R/T</b>
<b>4228</b>	MTTO1	40200	40200	1	1	4,5	3,0	66,67
<b>4230</b>	MTTO1	40207	40207	1	1	2,0	2,0	100,00
<b>4233</b>	MTTO2 con CAc	40207	40207	1	1	2,0	2,0	100,00
<b>4237</b>	MTTO2 con CAc	40181	40183	1	1	51,3	2,2	4,19
<b>4257</b>	MTTO1	40207	40207	1	1	2,0	2,0	100,00
<b>4265</b>	MTTO1	40208	40208	1	1	2,0	2,0	100,00
<b>4234</b>	MTTO1	40224	40226	2	2	28,5	2,5	8,79
<b>4237</b>	MTTO1	40236	40236	2	2	2,0	2,0	100,00
<b>4242</b>	MTTO1	40214	40215	2	2	25,2	2,4	9,33
<b>4244</b>	MTTO3 con CAc	40233	40234	2	2	27,2	4,6	16,76
<b>4246</b>	MTTO1	40214	40214	2	2	2,4	2,4	100,00
<b>4247</b>	MTTO1	40234	40234	2	2	5,0	3,0	60,00
<b>4248</b>	MTTO1	40218	40219	2	2	21,0	3,0	14,29
<b>4250</b>	MTTO1	40211	40211	2	2	3,1	3,1	100,00
<b>4251</b>	MTTO3 con CAc	40210	40210	2	2	3,4	3,4	100,00
<b>4252</b>	MTTO1	40233	40233	2	2	1,6	1,6	100,00
<b>4258</b>	MTTO1	40217	40218	2	2	18,5	2,5	13,51
<b>4262</b>	MTTO1 con CAc	40213	40213	2	2	2,0	2,0	100,00
<b>4227</b>	MTTO1	40250	40250	3	3	2,3	2,3	100,00
<b>4227</b>	MTTO2 con CAc	40260	40260	3	3	2,4	2,4	100,00

## Anexo 2: Continuación.

<b>4228</b>	MTTO2 con CAc	40267	40268	3	3	24,0	3,0	12,50
<b>4229</b>	MTTO1 con CAc	40246	40247	3	3	19,5	3,2	16,45
<b>4230</b>	MTTO3 con CAc	40252	40252	3	3	2,6	2,5	98,04
<b>4231</b>	MTTO1	40260	40260	3	3	1,5	1,5	100,00
<b>4232</b>	MTTO4 con CAc	40246	40249	3	3	68,3	15,2	22,18
<b>4233</b>	MTTO1	40254	40254	3	3	1,4	1,4	100,00
<b>4238</b>	MTTO1 con CAc	40242	40242	3	3	8,5	3,5	41,18
<b>4239</b>	MTTO1 con CAc	40252	40253	3	3	26,1	3,3	12,45
<b>4241</b>	MTTO4 con CAc	40246	40249	3	3	68,3	15,2	22,18
<b>4243</b>	MTTO1	40246	40246	3	3	1,5	1,5	100,00
<b>4245</b>	MTTO1	40255	40255	3	3	2,5	2,3	94,69
<b>4246</b>	MTTO4 con CAc	40255	40256	3	3	27,1	8,1	29,89
<b>4248</b>	MTTO1 con CAc	40266	40266	3	3	5,5	3,1	56,36
<b>4250</b>	MTTO1 con CAc	40242	40243	3	3	25,5	4,0	15,72
<b>4251</b>	MTTO1	40266	40267	3	3	24,3	3,0	12,35
<b>4253</b>	MTTO1	40238	40239	3	3	21,3	3,3	15,29
<b>4254</b>	MTTO1	40266	40266	3	3	6,5	3,0	46,51
<b>4255</b>	MTTO4 con CAc	40240	40242	3	3	50,0	12,4	24,70
<b>4256</b>	MTTO1	40252	40252	3	3	6,2	3,0	48,78

## Anexo 2: Continuación.

<b>4257</b>	MTTO1 con CAc	40262	40262	3	3	7,1	3,1	43,66
<b>4258</b>	MTTO4 con Cac	40268	40270	3	4	49,0	17,5	35,61
<b>4260</b>	MTTO3 con Cac	40238	40240	3	3	41,3	5,5	13,32
<b>4261</b>	MTTO1	40266	40267	3	3	25,1	2,6	10,16
<b>4262</b>	MTTO1	40242	40242	3	3	2,2	2,0	93,02
<b>4263</b>	MTTO1	40239	40239	3	3	3,0	2,2	73,33
<b>4264</b>	MTTO1	40245	40245	3	3	2,3	2,3	100,00
<b>4265</b>	MTTO1 con Cac	40249	40250	3	3	26,3	2,3	8,57
<b>4229</b>	MTTO1	40292	40293	4	4	44,4	2,2	4,95
<b>4233</b>	MTTO3 con Cac	40294	40294	4	4	6,6	5,4	82,44
<b>4234</b>	MTTO1 con Cac	40278	40280	4	4	50,0	3,2	6,40
<b>4237</b>	MTTO1 con Cac	40276	40276	4	4	2,3	2,3	97,83
<b>4239</b>	MTTO1	40281	40281	4	4	8,2	3,0	36,59
<b>4240</b>	MTTO1 con Cac	40277	40277	4	4	3,4	2,2	65,67
<b>4242</b>	MTTO4 con Cac	40273	40274	4	4	31,0	10,6	34,03
<b>4243</b>	MTTO1 con Cac	40297	40297	4	4	2,4	2,4	100,00
<b>4246</b>	MTTO1	40285	40285	4	4	1,5	1,5	100,00
<b>4247</b>	MTTO4 con Cac	40273	40274	4	4	30,5	10,6	34,59
<b>4249</b>	MTTO1	40270	40271	4	4	23,0	3,0	13,04

## Anexo 2: Continuación.

	MTTO1 con							
<b>4252</b>	CAC	40273	40273	4	4	9,0	3,3	36,11
<b>4255</b>	MTTO1	40298	40298	4	4	2,0	1,5	75,00
<b>4259</b>	MTTO1	40270	40270	4	4	3,2	2,5	78,13
	MTTO2 con							
<b>4262</b>	CAC	40296	40297	4	4	24,2	3,2	13,04
	MTTO1 con							
<b>4263</b>	CAC	40289	40289	4	4	7,2	3,2	44,44
	MTTO4 con							
<b>4264</b>	CAC	40298	40301	4	5	77,5	2,4	3,10
<b>4265</b>	MTTO1	40281	40281	4	4	2,5	2,0	80,00
<b>4227</b>	MTTO1	40304	40304	5	5	2,4	2,4	100,00
<b>4228</b>	MTTO1	40309	40309	5	5	3,4	2,3	67,65
<b>4231</b>	MTTO1	40305	40305	5	5	3,2	3,2	100,00
	MTTO3 con							
<b>4231</b>	CAC	40305	40305	5	5	3,2	3,2	100,00
<b>4232</b>	MTTO1	40303	40304	5	5	22,1	2,5	11,31
<b>4235</b>	MTTO1	40305	40305	5	5	2,0	2,0	100,00
	MTTO2 con							
<b>4239</b>	CAC	40322	40322	5	5	4,4	3,2	72,41
	MTTO1 con							
<b>4240</b>	CAC	40318	40318	5	5	1,0	1,0	100,00
<b>4241</b>	MTTO1	40303	40304	5	5	22,1	2,5	11,31
<b>4242</b>	MTTO1	40329	40329	5	5	8,3	2,8	33,73
<b>4243</b>	MTTO1	40329	40329	5	5	2,0	2,0	100,00
<b>4244</b>	MTTO1	40302	40302	5	5	2,0	1,5	75,00
	MTTO4 con							
<b>4245</b>	CAC	40324	40325	5	5	28,3	5,5	19,29
	MTTO1 con							
<b>4247</b>	CAC	40329	40329	5	5	6,5	2,5	37,98
<b>4247</b>	MTTO1	40306	40306	5	5	3,2	2,5	78,13

**Anexo 2: Continuación.**

<b>4248</b>	MTTO1	40308	40309	5	5	23,3	2,5	10,75
<b>4250</b>	MTTO2 con CAc	40323	40323	5	5	3,0	2,5	81,67
<b>4253</b>	MTTO4 con CAc	40309	40312	5	5	68,5	17,0	24,82
<b>4254</b>	MTTO4 con CAc	40329	40330	5	6	29,0	8,5	29,14
<b>4256</b>	MTTO1 con CAc	40305	40306	5	5	22,0	3,2	14,55
<b>4260</b>	MTTO1	40322	40322	5	5	2,0	1,5	75,00
<b>4261</b>	MTTO3 con CAc	40317	40317	5	5	7,3	4,5	60,96
<b>4265</b>	MTTO2 con CAc	40323	40323	5	5	3,0	2,2	71,67
<b>4227</b>	MTTO1	40357	40357	6	6	3,1	2,2	70,97
<b>4229</b>	MTTO2 con CAc	40343	40343	6	6	3,5	2,5	71,01
<b>4232</b>	MTTO1 con CAc	40348	40348	6	6	2,2	2,2	100,00
<b>4233</b>	MTTO1	40336	40336	6	6	1,0	1,0	100,00
<b>4234</b>	MTTO1	40336	40336	6	6	1,5	1,5	100,00
<b>4235</b>	MTTO2 con CAc	40345	40346	6	6	26,2	2,5	9,37
<b>4236</b>	MTTO1 con CAc	40346	40346	6	6	4,4	3,2	72,41
<b>4238</b>	MTTO1	40344	40344	6	6	2,0	2,0	100,00
<b>4241</b>	MTTO1 con CAc	40348	40348	6	6	2,2	2,2	100,00
<b>4246</b>	MTTO1	40348	40348	6	6	1,4	1,4	100,00
<b>4249</b>	MTTO1 con CAc	40348	40350	6	6	54,0	2,5	4,54

## Anexo 2: Continuación.

<b>4251</b>	MTTO4 con CAc	40332	40336	6	6	102,4	12,3	12,01
<b>4255</b>	MTTO1 con CAc	40352	40352	6	6	2,5	2,5	100,00
<b>4256</b>	MTTO1	40339	40339	6	6	1,4	1,4	100,00
<b>4257</b>	MTTO1	40339	40339	6	6	3,0	3,0	100,00
<b>4258</b>	MTTO1	40334	40334	6	6	1,5	1,5	100,00
<b>4259</b>	MTTO3 con CAc	40348	40348	6	6	2,2	2,2	100,00
<b>4262</b>	MTTO1	40343	40343	6	6	2,5	2,2	89,80
<b>4263</b>	MTTO1	40336	40336	6	6	3,1	3,1	100,00
<b>4228</b>	MTTO3 con CAc	40364	40365	7	7	21,0	4,2	19,76
<b>4229</b>	MTTO1	40383	40383	7	7	4,0	2,5	62,50
<b>4233</b>	MTTO1 con CAc	40374	40375	7	7	21,3	8,4	39,44
<b>4238</b>	MTTO2 con CAc	40372	40372	7	7	3,2	3,2	100,00
<b>4242</b>	MTTO1 con CAc	40369	40369	7	7	4,2	2,5	58,33
<b>4245</b>	MTTO1	40390	40390	7	7	5,0	2,5	50,00
<b>4246</b>	MTTO2 con CAc	40379	40379	7	7	2,3	2,3	100,00
<b>4247</b>	MTTO1	40360	40362	7	7	46,4	1,4	3,02
<b>4248</b>	MTTO2 con CAc	40361	40364	7	7	78,0	2,3	2,95
<b>4250</b>	MTTO1	40367	40367	7	7	2,3	2,3	100,00
<b>4253</b>	MTTO1	40374	40374	7	7	2,0	1,5	75,00
<b>4254</b>	MTTO1	40381	40381	7	7	2,0	2,0	100,00
<b>4257</b>	MTTO2 con CAc	40376	40376	7	7	3,0	3,0	100,00



## Anexo 2: Continuación.

	MTTO4 con							
<b>4260</b>	CAC	40367	40367	7	7	10,2	8,4	82,76
<b>4264</b>	MTTO1	40387	40387	7	7	1,3	1,3	100,00
<b>4265</b>	MTTO1	40362	40362	7	7	2,2	2,2	100,00
	MTTO4 con							
<b>4231</b>	CAC	40420	40421	8	8	19,2	10,4	54,17
<b>4232</b>	MTTO1	40399	40401	8	8	53,5	2,2	4,11
<b>4233</b>	MTTO1	40397	40397	8	8	1,0	1,0	100,00
	MTTO2 con							
<b>4234</b>	CAC	40415	40416	8	8	19,5	3,1	15,94
<b>4236</b>	MTTO1	40399	40400	8	8	30,1	2,2	7,31
<b>4238</b>	MTTO1	40409	40409	8	8	2,3	2,3	100,00
	MTTO3 con							
<b>4239</b>	CAC	40400	40401	8	8	28,0	4,0	14,29
<b>4241</b>	MTTO1	40399	40401	8	8	53,5	2,2	4,11
<b>4244</b>	MTTO1	40415	40415	8	8	1,5	1,5	100,00
<b>4248</b>	MTTO1	40420	40420	8	8	5,4	2,5	46,73
<b>4249</b>	MTTO1	40418	40420	8	8	31,0	2,2	7,10
	MTTO3 con							
<b>4250</b>	CAC	40414	40415	8	8	28,4	6,5	22,71
<b>4251</b>	MTTO1	40413	40413	8	8	6,0	2,2	36,67
<b>4252</b>	MTTO1	40415	40415	8	8	1,5	1,5	100,00
<b>4255</b>	MTTO1	40416	40416	8	8	1,4	1,4	100,00
	MTTO2 con							
<b>4256</b>	CAC	40394	40394	8	8	3,0	3,0	100,00
<b>4257</b>	MTTO1	40406	40406	8	8	2,1	2,1	100,00
	MTTO1 con							
<b>4258</b>	CAC	40400	40401	8	8	30,3	2,2	7,10
<b>4259</b>	MTTO1	40404	40404	8	8	5,0	2,2	44,00
<b>4260</b>	MTTO1	40407	40408	8	8	26,2	2,3	8,78
<b>4261</b>	MTTO1	40394	40395	8	8	24,4	2,2	9,02

## Anexo 2: Continuación.

<b>4263</b>	MTTO2 con CAc	40394	40395	8	8	26,3	3,2	12,00
<b>4265</b>	MTTO3 con CAc	40399	40401	8	8	49,0	3,3	6,73
<b>4228</b>	MTTO1	40449	40449	9	9	2,0	2,0	100,00
<b>4229</b>	MTTO3 con CAc	40437	40438	9	9	23,3	4,0	17,17
<b>4233</b>	MTTO1	40441	40441	9	9	1,0	1,0	100,00
<b>4236</b>	MTTO2 con CAc	40451	40451	9	9	2,3	2,3	100,00
<b>4238</b>	MTTO3 con CAc	40439	40439	9	9	2,2	2,2	100,00
<b>4242</b>	MTTO1	40423	40423	9	9	2,2	2,2	100,00
<b>4246</b>	MTTO1	40434	40434	9	9	1,5	1,5	100,00
<b>4246</b>	MTTO1 con CAc	40447	40448	9	9	24,2	2,5	10,14
<b>4251</b>	MTTO1 con CAc	40443	40443	9	9	1,0	1,0	100,00
<b>4252</b>	MTTO2 con CAc	40445	40445	9	9	1,3	1,3	100,00
<b>4253</b>	MTTO1 con CAc	40425	40427	9	9	26,2	2,5	9,35
<b>4254</b>	MTTO1 con CAc	40445	40445	9	9	2,0	2,0	100,00
<b>4256</b>	MTTO1	40436	40437	9	9	22,3	1,2	5,38
<b>4257</b>	MTTO3 con CAc	40442	40443	9	9	22,2	3,2	14,22
<b>4261</b>	MTTO4 con CAc	40429	40431	9	9	47,0	12,5	26,49
<b>4264</b>	MTTO1	40449	40449	9	9	2,1	2,1	100,00

## Anexo 2: Continuación.

	MTTO1 con							
<b>4264</b>	CAC	40425	40425	9	9	2,3	2,3	100,00
<b>4265</b>	MTTO1	40432	40432	9	9	2,2	2,2	100,00
<b>4231</b>	MTTO1	40471	40473	10	10	49,3	2,2	4,46
	MTTO2 con							
<b>4232</b>	CAC	40463	40464	10	10	25,3	3,1	12,25
<b>4238</b>	MTTO1	40460	40460	10	10	2,0	2,0	100,00
<b>4239</b>	MTTO1	40456	40456	10	10	5,5	2,2	40,00
	MTTO2 con							
<b>4241</b>	CAC	40463	40464	10	10	25,3	3,1	12,25
	MTTO1 con							
<b>4244</b>	CAC	40476	40476	10	10	2,4	2,4	100,00
	MTTO1 con							
<b>4245</b>	CAC	40466	40466	10	10	7,2	2,5	34,27
	MTTO3 con							
<b>4246</b>	CAC	40474	40260	10	3	2,4	2,4	100,00
	MTTO2 con							
<b>4247</b>	CAC	40470	40470	10	10	3,4	2,5	73,13
<b>4250</b>	MTTO1	40457	40457	10	10	1,5	1,5	100,00
<b>4252</b>	MTTO1	40480	40480	10	10	2,0	2,0	100,00
	MTTO2 con							
<b>4255</b>	CAC	40463	40463	10	10	2,3	2,3	100,00
<b>4258</b>	MTTO1	40465	40465	10	10	6,4	2,2	34,38
	MTTO1 con							
<b>4260</b>	CAC	40479	40480	10	10	24,2	2,5	10,14
	MTTO4 con							
<b>4265</b>	CAC	40463	40465	10	10	55,3	2,3	4,16
	MTTO4 con							
<b>4228</b>	CAC	40483	40486	11	11	74,0	10,3	13,92
<b>4229</b>	MTTO1	40486	40487	11	11	21,5	2,2	10,23

## Anexo 2: Continuación.

<b>4230</b>	MTTO4 con CAc	40493	40495	11	11	43,5	10,1	23,22
<b>4231</b>	MTTO1 con CAc	40511	40512	11	11	26,5	2,5	9,26
<b>4233</b>	MTTO1	40486	40487	11	11	20,5	2,2	10,73
<b>4234</b>	MTTO1	40490	40491	11	11	23,0	2,2	9,57
<b>4235</b>	MTTO1 con CAc	40511	40512	11	11	26,5	2,5	9,26
<b>4236</b>	MTTO1	40497	40497	11	11	1,5	1,5	100,00
<b>4238</b>	MTTO4 con CAc	40490	40492	11	11	58,2	10,0	17,18
<b>4249</b>	MTTO2 con CAc	40486	40488	11	11	2,5	2,5	100,00
<b>4250</b>	MTTO4 con CAc	40499	40500	11	11	29,0	17,4	60,00
<b>4253</b>	MTTO1	40497	40498	11	11	25,3	2,5	9,88
<b>4254</b>	MTTO1	40502	40502	11	11	2,2	2,2	100,00
<b>4255</b>	MTTO1	40504	40504	11	11	1,3	1,3	100,00
<b>4257</b>	MTTO1	40506	40507	11	11	21,2	2,2	10,40
<b>4259</b>	MTTO4 con CAc	40487	40491	11	11	105,2	9,1	8,65
<b>4261</b>	MTTO1	40488	40488	11	11	2,2	2,2	100,00
<b>4264</b>	MTTO2 con CAc	40493	40493	11	11	2,6	2,5	96,08
<b>4265</b>	MTTO1	40499	40500	11	11	24,0	2,5	10,42
<b>4228</b>	MTTO1	40530	40530	12	12	3,0	3,0	100,00
<b>4229</b>	MTTO4 con CAc	40520	40522	12	12	56,0	15,4	27,50
<b>4230</b>	MTTO1	40529	40529	12	12	1,5	1,5	100,00
<b>4231</b>	MTTO1	40541	40542	12	12	25,1	2,2	8,76
<b>4232</b>	MTTO1	40518	40518	12	12	5,3	2,2	41,51

## Anexo 2: Continuación.

<b>4233</b>	MTTO2 con CAc	40523	40523	12	12	3,4	2,5	72,06
<b>4237</b>	MTTO1	40514	40514	12	12	4,2	2,2	53,01
<b>4238</b>	MTTO1	40522	40522	12	12	3,2	2,2	69,84
<b>4239</b>	MTTO4 con CAc	40518	40521	12	12	77,0	23,0	29,87
<b>4241</b>	MTTO1	40518	40518	12	12	5,3	2,2	41,51
<b>4243</b>	MTTO2 con CAc	40535	40535	12	12	2,3	2,3	100,00
<b>4244</b>	MTTO1	40518	40518	12	12	6,5	2,2	33,85
<b>4245</b>	MTTO1	40529	40529	12	12	1,5	1,5	100,00
<b>4246</b>	MTTO1	40525	40525	12	12	1,0	1,0	100,00
<b>4251</b>	MTTO1	40533	40533	12	12	1,0	1,0	100,00
<b>4252</b>	MTTO3 con CAc	40518	40520	12	12	52,3	4,5	8,52
<b>4258</b>	MTTO2 con CAc	40539	40539	12	12	6,5	2,5	37,69
<b>4260</b>	MTTO1	40541	40542	12	12	25,0	2,2	8,80
<b>4263</b>	MTTO3 con CAc	40518	40519	12	12	29,3	3,5	11,77
<b>4265</b>	MTTO1 con CAc	40534	40534	12	12	2,4	2,4	100,00

### Anexo 3: Revisiones mecánicas realizadas en año 2010.

No.	Fallas	Mes IN	Mes IN	Fecha OUT	Mes OUT	TT	TR	% R/T
4230	RM	40186	1	40186	1	1,0	1,0	100,00
4235	RM	40194	1	40194	1	2,0	2,0	100,00
4238	RM	40187	1	40187	1	1,0	1,0	100,00
4248	RM	40201	1	40201	1	1,6	1,6	100,00
4253	RM	40194	1	40194	1	2,0	2,0	100,00
4257	RM	40187	1	40187	1	1,0	1,0	100,00
4258	RM	40197	1	40197	1	1,1	1,1	100,00
4260	RM	40205	1	40205	1	1,6	1,6	100,00
4265	RM	40189	1	40189	1	1,0	1,0	100,00
4234	RM	40182	1	40182	1	1,3	1,0	76,92
4261	RM	40182	1	40182	1	1,3	1,0	76,92
4252	RM	40193	1	40193	1	4,0	2,5	63,50
4230	RM	40229	2	40229	2	1,5	1,5	100,00
4231	RM	40227	2	40227	2	1,5	1,5	100,00
4233	RM	40211	2	40211	2	2,3	2,3	100,00
4237	RM	40219	2	40219	2	1,4	1,4	100,00
4241	RM	40217	2	40217	2	2,0	2,0	100,00
4245	RM	40211	2	40211	2	2,3	2,3	100,00
4247	RM	40212	2	40212	2	2,0	2,0	100,00
4250	RM	40228	2	40228	2	2,0	2,0	100,00
4262	RM	40227	2	40227	2	1,0	1,0	100,00
4264	RM	40219	2	40219	2	1,4	1,4	100,00
4265	RM	40229	2	40229	2	1,3	1,3	100,00
4229	RM	40222	2	40222	2	2,3	2,2	95,65
4232	RM	40222	2	40222	2	2,3	2,2	95,65
4251	RM	40222	2	40222	2	2,3	2,2	95,65
4240	RM	40222	2	40222	2	2,1	2,0	95,24
4255	RM	40211	2	40211	2	3,4	2,2	64,18
4227	RM	40229	2	40229	2	2,4	1,4	58,33

### Anexo 3: Continuación.

4228	RM	40225	2	40226	2	34,3	2,2	6,27
4249	RM	40237	2	40238	3	47,0	1,5	3,19
4229	RM	40263	3	40263	3	2,3	2,3	100,00
4232	RM	40263	3	40263	3	2,3	2,3	100,00
4242	RM	40246	3	40246	3	1,0	1,0	100,00
4248	RM	40247	3	40247	3	1,4	1,4	100,00
4250	RM	40257	3	40257	3	1,0	1,0	100,00
4251	RM	40263	3	40263	3	2,3	2,3	100,00
4252	RM	40249	3	40249	3	2,0	2,0	100,00
4247	RM	40254	3	40254	3	2,3	2,2	95,56
4240	RM	40253	3	40253	3	1,4	1,3	92,86
4263	RM	40255	3	40255	3	2,0	1,4	70,00
4238	RM	40242	3	40242	3	2,3	1,4	60,87
4257	RM	40242	3	40242	3	2,3	1,4	60,87
4239	RM	40240	3	40240	3	7,1	1,1	14,89
4246	RM	40240	3	40240	3	7,1	1,1	14,89
4244	RM	40266	3	40267	3	16,3	1,4	8,59
4258	RM	40252	3	40253	3	23,4	1,4	5,98
4238	RM	40297	4	40297	4	1,4	1,4	100,00
4243	RM	40273	4	40273	4	1,4	1,4	100,00
4247	RM	40288	4	40288	4	1,0	1,0	100,00
4248	RM	40290	4	40290	4	1,4	1,4	100,00
4255	RM	40269	4	40269	4	1,5	1,5	100,00
4257	RM	40297	4	40297	4	1,4	1,4	100,00
4265	RM	40269	4	40269	4	1,5	1,5	100,00
4228	RM	40283	4	40283	4	1,5	1,4	96,55
4236	RM	40292	4	40292	4	1,4	1,3	96,30
4254	RM	40292	4	40292	4	1,4	1,3	96,30
4231	RM	40284	4	40284	4	1,6	1,4	90,32
4234	RM	40291	4	40291	4	4,1	3,0	73,17
4261	RM	40291	4	40291	4	4,1	3,0	73,17

### Anexo 3: Continuación.

4230	RM	40278	4	40278	4	2,0	1,4	70,00
4227	RM	40275	4	40275	4	2,3	1,4	60,87
4240	RM	40295	4	40295	4	3,0	1,4	46,67
4256	RM	40273	4	40273	4	4,1	1,4	34,15
4235	RM	40270	4	40270	4	6,3	1,4	22,22
4253	RM	40270	4	40270	4	6,3	1,4	22,22
4262	RM	40270	4	40270	4	5,2	1,0	19,23
4233	RM	40290	4	40291	4	19,4	2,4	12,11
4245	RM	40290	4	40291	4	19,4	2,4	12,11
4260	RM	40276	4	40277	4	17,3	1,4	8,12
4242	RM	40297	4	40298	4	22,4	1,4	6,25
4241	RM	40284	4	40285	4	19,5	1,2	6,15
4258	RM	40297	4	40298	4	24,2	1,4	5,79
4229	RM	40320	5	40320	5	1,4	1,4	100,00
4230	RM	40312	5	40312	5	1,4	1,4	100,00
4232	RM	40320	5	40320	5	1,4	1,4	100,00
4239	RM	40302	5	40302	5	1,0	1,0	100,00
4243	RM	40315	5	40315	5	1,4	1,4	100,00
4246	RM	40302	5	40302	5	1,0	1,0	100,00
4247	RM	40315	5	40315	5	1,3	1,3	100,00
4250	RM	40308	5	40308	5	1,4	1,4	100,00
4251	RM	40320	5	40320	5	1,4	1,4	100,00
4255	RM	40327	5	40327	5	1,1	1,1	100,00
4262	RM	40324	5	40324	5	2,3	1,4	62,22
4259	RM	40306	5	40306	5	3,4	1,4	41,18
4263	RM	40315	5	40315	5	4,4	1,4	31,82
4249	RM	40312	5	40313	5	14,4	1,4	9,72
4227	RM	40329	5	40330	6	19,3	1,4	7,25
4235	RM	40348	6	40348	6	1,4	1,4	100,00
4237	RM	40343	6	40343	6	1,4	1,4	100,00
4238	RM	40358	6	40358	6	1,3	1,3	100,00



### Anexo 3: Continuación.

4239	RM	40337	6	40337	6	0,5	0,5	100,00
4241	RM	40336	6	40336	6	1,4	1,4	100,00
4246	RM	40337	6	40337	6	0,5	0,5	100,00
4247	RM	40347	6	40347	6	1,3	1,3	100,00
4253	RM	40348	6	40348	6	1,4	1,4	100,00
4257	RM	40358	6	40358	6	1,3	1,3	100,00
4260	RM	40347	6	40347	6	1,4	1,4	100,00
4264	RM	40343	6	40343	6	1,4	1,4	100,00
4242	RM	40351	6	40351	6	1,5	1,4	96,55
4228	RM	40343	6	40343	6	2,0	1,4	70,00
4231	RM	40345	6	40345	6	2,0	1,4	70,00
4234	RM	40344	6	40344	6	2,4	1,4	58,33
4261	RM	40344	6	40344	6	2,4	1,4	58,33
4248	RM	40330	6	40330	6	4,6	1,4	30,77
4256	RM	40330	6	40330	6	6,0	1,4	23,33
4229	RM	40372	7	40372	7	1,4	1,4	100,00
4232	RM	40372	7	40372	7	1,4	1,4	100,00
4239	RM	40364	7	40364	7	2,0	2,0	100,00
4244	RM	40378	7	40378	7	1,0	1,0	100,00
4246	RM	40364	7	40364	7	2,0	2,0	100,00
4247	RM	40388	7	40388	7	1,2	1,2	100,00
4248	RM	40388	7	40388	7	1,4	1,4	100,00
4250	RM	40390	7	40390	7	1,4	1,4	100,00
4251	RM	40372	7	40372	7	1,4	1,4	100,00
4255	RM	40388	7	40388	7	1,4	1,4	100,00
4256	RM	40370	7	40370	7	1,2	1,2	100,00
4258	RM	40360	7	40360	7	1,0	1,0	100,00
4259	RM	40378	7	40378	7	1,3	1,3	100,00
4260	RM	40390	7	40390	7	1,4	1,4	100,00
4236	RM	40361	7	40361	7	1,5	1,4	93,33
4254	RM	40361	7	40361	7	1,5	1,4	93,33

### Anexo 3: Continuación.

4265	RM	40369	7	40369	7	2,4	1,4	58,33
4241	RM	40368	7	40368	7	4,1	1,4	34,15
4233	RM	40365	7	40365	7	8,0	1,4	17,50
4245	RM	40365	7	40365	7	8,0	1,4	17,50
4263	RM	40365	7	40366	7	25,0	1,4	5,60
4236	RM	40410	8	40410	8	1,4	1,4	100,00
4238	RM	40392	8	40392	8	1,4	1,4	100,00
4239	RM	40413	8	40413	8	1,4	1,4	100,00
4242	RM	40394	8	40394	8	2,4	2,4	100,00
4244	RM	40415	8	40415	8	1,1	1,1	100,00
4246	RM	40413	8	40413	8	1,4	1,4	100,00
4254	RM	40410	8	40410	8	1,4	1,4	100,00
4256	RM	40417	8	40417	8	1,4	1,4	100,00
4257	RM	40392	8	40392	8	1,4	1,4	100,00
4263	RM	40417	8	40417	8	2,0	1,5	72,50
4265	RM	40418	8	40418	8	2,0	1,4	70,00
4231	RM	40395	8	40396	8	21,0	1,4	6,67
4235	RM	40400	8	40401	8	27,2	1,4	5,15
4253	RM	40400	8	40401	8	27,2	1,4	5,15
4234	RM	40413	8	40414	8	29,1	1,4	4,81
4261	RM	40413	8	40414	8	29,1	1,4	4,81
4229	RM	40415	8	40415	8	6,2	2,3	37,10
4232	RM	40415	8	40415	8	6,2	1,5	24,19
4251	RM	40415	8	40415	8	6,2	2,1	33,87
4228	RM	40422	9	40422	9	1,4	1,4	100,00
4229	RM	40450	9	40450	9	2,1	2,1	100,00
4231	RM	40446	9	40446	9	1,4	1,4	100,00
4232	RM	40450	9	40450	9	2,1	2,1	100,00
4237	RM	40438	9	40438	9	1,3	1,3	100,00
4238	RM	40423	9	40423	9	1,4	1,4	100,00
4244	RM	40444	9	40444	9	1,0	1,0	100,00

### Anexo 3: Continuación.

4248	RM	40451	9	40451	9	1,4	1,4	100,00
4250	RM	40437	9	40437	9	1,0	1,0	100,00
4251	RM	40450	9	40450	9	2,1	2,1	100,00
4257	RM	40423	9	40423	9	1,4	1,4	100,00
4258	RM	40439	9	40439	9	1,1	1,1	100,00
4264	RM	40438	9	40438	9	1,3	1,3	100,00
4265	RM	40442	9	40442	9	1,4	1,4	100,00
4233	RM	40428	9	40428	9	2,3	1,4	60,87
4245	RM	40428	9	40428	9	2,3	1,4	60,87
4255	RM	40438	9	40438	9	2,4	1,4	58,33
4241	RM	40439	9	40439	9	2,5	1,4	56,00
4249	RM	40443	9	40443	9	3,1	1,5	46,77
4252	RM	40436	9	40436	9	4,0	1,4	35,00
4227	RM	40434	9	40434	9	8,0	2,3	28,75
4259	RM	40443	9	40443	9	5,4	1,4	25,93
4260	RM	40435	9	40435	9	7,1	1,4	19,86
4228	RM	40467	10	40467	10	1,2	1,2	100,00
4238	RM	40457	10	40457	10	1,4	1,4	100,00
4239	RM	40457	10	40457	10	1,0	1,0	100,00
4246	RM	40457	10	40457	10	1,0	1,0	100,00
4252	RM	40467	10	40467	10	1,1	1,1	100,00
4257	RM	40457	10	40457	10	1,4	1,4	100,00
4265	RM	40479	10	40479	10	1,0	1,0	100,00
4250	RM	40480	10	40480	10	4,1	1,4	34,15
4236	RM	40476	10	40476	10	4,3	1,4	32,56
4254	RM	40476	10	40476	10	4,3	1,4	32,56
4235	RM	40466	10	40467	10	24,3	2,1	8,64
4253	RM	40466	10	40467	10	24,3	2,1	8,64
4234	RM	40463	10	40464	10	30,5	1,4	4,59
4261	RM	40463	10	40464	10	30,5	1,4	4,59
4233	RM	40498	11	40498	11	1,4	1,4	100,00

### Anexo 3: Continuación.

<b>4239</b>	RM	40494	11	40494	11	1,4	1,4	100,00
<b>4244</b>	RM	40496	11	40496	11	1,4	1,4	100,00
<b>4245</b>	RM	40498	11	40498	11	1,4	1,4	100,00
<b>4246</b>	RM	40494	11	40494	11	1,4	1,4	100,00
<b>4255</b>	RM	40486	11	40486	11	1,5	1,4	96,55
<b>4262</b>	RM	40512	11	40512	11	2,0	1,4	70,00
<b>4263</b>	RM	40490	11	40490	11	5,3	1,4	26,42
<b>4258</b>	RM	40511	11	40512	11	25,2	1,4	5,57
<b>4234</b>	RM	40526	12	40526	12	2,0	2,0	100,00
<b>4235</b>	RM	40532	12	40532	12	2,1	2,1	100,00
<b>4236</b>	RM	40533	12	40533	12	1,4	1,4	100,00
<b>4238</b>	RM	40525	12	40525	12	1,4	1,4	100,00
<b>4244</b>	RM	40537	12	40537	12	1,0	1,0	100,00
<b>4250</b>	RM	40527	12	40527	12	1,4	1,4	100,00
<b>4253</b>	RM	40532	12	40532	12	2,1	2,1	100,00
<b>4254</b>	RM	40533	12	40533	12	1,4	1,4	100,00
<b>4255</b>	RM	40525	12	40525	12	1,4	1,4	100,00
<b>4257</b>	RM	40525	12	40525	12	1,4	1,4	100,00
<b>4259</b>	RM	40533	12	40533	12	2,0	2,0	100,00
<b>4261</b>	RM	40526	12	40526	12	2,0	2,0	100,00
<b>4262</b>	RM	40521	12	40521	12	1,4	1,4	100,00
<b>4265</b>	RM	40518	12	40518	12	3,4	1,4	41,79
<b>4243</b>	RM	40513	12	40513	12	4,0	1,4	35,00
<b>4249</b>	RM	40519	12	40519	12	4,3	1,4	32,56
<b>4263</b>	RM	40541	12	40541	12	5,0	1,4	28,00
<b>4252</b>	RM	40539	12	40540	12	18,0	1,4	7,78

#### Anexo 4: Cantidad de fallos por sistemas.

Sist.	Descripción	No.	TT	TR
car	Apretar boza	2	72,10	11,00
car	Apretar boza, ponche	3	109,80	22,00
car	Apretar tuerca de la boza	1	41,50	10,00
car	Cambiar boza	2	3,60	3,25
car	Cambiar boza, electricidad	1	312,00	34,00
car	Cambiar boza, electricidad, soldadura	1	3,00	3,00
car	Reparar boza	2	2,30	2,00
car	Reparar boza, ponche	1	5,00	4,00
car	Reparar defensa	1	1158,50	38,00
car	Reparar estribo	1	6,20	5,00
car	Reparar guardafango, ponche	1	24,10	6,00
car	Reparar visera	2	2,00	2,00
car	Revisar boza	1	76,20	4,30
dir	Barra de dirección	2	136,00	20,00
dir	Brazo de dirección	1	10,00	5,00
dir	Dirección	2	26,45	5,45
dir	Revisar dirección, electricidad	1	77,15	11,00
dir	Revisar dirección, ponche	1	25,25	7,00
dir	Salidero de aceite, revisar copilla de la dirección	1	26,45	10,00
ele	Cambiar baterías	2	2,80	2,00
ele	Cambiar correa del alternador, soldadura	3	1,50	0,90
ele	Electricidad	69	626,45	176,30
ele	Electricidad, apretar boza	2	2,80	1,95
ele	Electricidad, filtro de combustible	3	5,20	3,60
ele	Electricidad, ponche	50	1800,95	234,20
ele	Electricidad, ponche, soldadura	7	191,15	54,30
ele	Electricidad, revisar batería	3	15,15	15,00
ele	Electricidad, soldadura	5	163,35	42,00
ele	Reparar alternador	2	12,70	6,00

#### Anexo 4: Continuación.

ele	Revisar baterías, salideros de aire	2	4,00	4,00
fre	Cambiar diafragma de freno, soporte de hoja de muelle, electricidad, ponche	2	8,30	2,60
fre	Cambiar pieles delanteras, cambiar rodamiento de la barra, cambiar sello del reductor, apretar boza, ponche	1	525,30	39,30
fre	Chamber ponchado	1	0,45	0,30
fre	Chamber ponchado, electricidad	1	0,30	0,30
fre	Freno, revisar tensores, electricidad	1	123,00	12,30
fre	Frenos, ponche, electricidad	1	113,20	10,00
fre	Galleta ponchada	2	2,30	2,00
fre	Regular frenos, ponche	1	21,00	3,40
fre	Reparar chamber, ponche	2	8,80	6,00
fre	Revisar bomba, regular frenos	1	4,00	4,00
fre	Revisar frenos, revisar rodamientos, terminales, electricidad	1	290,00	39,00
fre	Revisar manguera de aire, regular freno, electricidad	1	337,50	79,20
fre	Revisar pieles	1	47,10	11,50
fre	Rueda izquierda no frena, rodamiento trasero con juego	1	304,35	16,00
fre	Rueda trasera izquierda con las pieles sueltas	1	7,40	5,00
fre	Salidero de aire	4	15,55	9,00
fre	Salidero de aire por la válvula de emergencia	1	1,40	1,30
fre	Salidero de aire, apretar boza, electricidad	2	3,70	3,00
fre	Salidero de aire, electricidad	1	5,40	4,30
fre	Salidero de aire, electricidad, cambiar neumático	2	48,60	12,00
fre	Salidero de aire, electricidad, ponche	1	25,10	6,00
fre	Salidero de aire, electricidad, soldadura	2	49,25	22,00
fre	Salidero de aire, ponche	1	3,30	2,30

#### Anexo 4: Continuación.

Fre	Salidero de aire, ponche, cambiar clanes	1	213,20	15,30
fre	Salidero de aire, regular freno	1	50,30	18,00
fre	Salidero de aire, reparar boza	1	1,50	0,50
fre	Salidero de aire, revisar rodamiento de la barra	3	75,63	12,00
fre	Salidero de aire, soldadura	1	2,00	2,00
fre	Se descarga el sistema de aire, frenos de la rueda derecha, luz corta derecha	1	55,00	8,30
mci	Aspira aire	1	1,35	1,00
mci	Aspira aire, electricidad	1	2,10	2,00
mci	Bomba de inyección, barra de transmisión	1	29,50	19,30
mci	Bomba de inyección, soldadura, reparar boza	1	50,30	12,00
mci	Cambiar filtro de petróleo	3	2,65	2,60
mci	Cambiar inyectores	1	1,45	1,30
mci	Cambiar punta de inyectores	1	5,15	4,00
mci	Cambiar tapa de base del motor, odómetro	3	156,90	15,00
mci	Fallo de combustible, ponche	1	40,15	12,00
mci	Fallo motor	1	7,30	4,00
mci	Fallo motor, electricidad	2	51,20	18,30
mci	Fallo motor, electricidad, ponche	1	99,30	23,30
mci	Fallo motor, ponche	2	80,25	27,60
mci	Filtro de combustible	4	7,20	6,60
mci	Inyector partido	1	5,25	3,00
mci	Inyectores, salidero de aire, electricidad	1	31,15	14,00
mci	Limpiar tanque de combustible, electricidad, ponche	1	50,30	12,00
mci	Revisar bomba de inyección	6	116,50	21,30
mci	Revisar bomba de inyección e inyectores	1	31,30	13,30
mci	Revisar bomba de inyección, apretar calzo motor, apretar boza	1	124,45	14,00
mci	Revisar calzo del motor	1	5,10	3,00
mci	Revisar filtro de petróleo	4	59,10	18,60

#### Anexo 4: Continuación.

mci	Revisar filtro de petróleo, soldadura, electricidad	1	5,45	4,00
mci	Revisar filtro y bomba de inyección	2	4,30	4,00
mci	Revisar inyectores	6	78,45	27,60
mci	Revisar inyectores, apretar boza	2	98,60	22,30
mci	Revisar inyectores, cambiar neumático	2	89,00	18,00
mci	Revisar inyectores, cambiar tambora	1	250,00	16,00
mci	Revisar inyectores, electricidad	3	109,40	19,70
mci	Revisar inyectores, ponche	2	51,20	17,30
mci	Revisar inyectores, ponche, electricidad	1	26,20	6,30
mci	Revisar inyectores, revisar flacher	1	3,05	2,00
mci	Salidero de agua	3	51,20	17,60
mci	Salidero de agua, ponche	1	70,50	11,40
mci	Salidero de aire, revisar inyectores	1	27,00	12,00
mci	Salidero de escape por el múltiple, salidero de aire	1	99,00	8,00
mci	Salidero de petróleo	2	8,45	4,00
mci	Salidero de petróleo por la bomba, electricidad	1	24,15	5,00
mci	Salidero de petróleo, electricidad	1	6,00	3,00
mci	Salidero de petróleo, electricidad, regular freno	1	8,30	5,00
mci	Salidero de petróleo, flacher	1	73,30	12,00
mci	Salidero de petróleo, salidero de aire, ponche	2	10,40	6,60
mci	Sistema de alimentación	2	2,25	2,00
mci	Sistema de alimentación, electricidad, ponche	1	5,00	2,00
mci	Sistema de inyección, salidero de aire, dirección	1	1,15	1,00
mci	Soldar parrilla del turbo, revisar neumático delantero, ponche	1	29,00	9,00
mci	Soldar tanque de agua, revisar neumático	1	121,40	18,00
mci	Soldar tubo de escape	1	1,00	1,00
mci	Tanque de combustible	1	1,00	1,00
mci	Tupición en el tanque de combustible	1	26,30	10,00
otros	Apretar tornillo	1	0,45	0,30



#### Anexo 4: Continuación.

otros	Cambiar caja de bola	1	2,10	2,00
otros	Cambiar manguera	1	2,00	2,00
otros	Reparar tanque de agua	1	50,10	5,00
otros	Revisar rodamiento	1	25,00	1,30
otros	Salidero de aceite por la	1	3,20	2,00
otros	Soldadura	8	96,55	25,00
otros	Tupición	2	2,90	4,00
rod	Cambiar clanes	1	7,00	4,30
rod	Cambiar neumático	21	1835,45	58,75
rod	Cambiar neumático, ponche	2	9,40	8,30
rod	Neumático	7	8494,00	95,30
rod	Neumático explotado	1	52,10	3,00
rod	Neumático para recape	3	54,40	13,80
rod	Ponche	307	4664,55	865,00
rod	Ponche, electricidad, aspira aire	2	58,90	12,00
rod	Ponche, reparar válvula	2	6,00	5,00
rod	Ponche, revisar flacher	1	1,00	1,00
rod	Ponche, revisar goma trasera, luces	1	3,20	3,00
rod	Ponche, revisar muelle delantero	2	44,40	6,00
rod	Ponche, revisar rueda	1	23,00	8,30
rod	Ponche, salidero de aire	8	51,00	28,80
rod	Ponche, salidero de petróleo	3	11,10	8,15
rod	Ponche, soldadura	4	81,80	6,60
rod	Revisar goma delantera	1	152,00	6,00
rod	Revisar neumático	1	2,30	2,30
rod	Revisar rueda del primer diferencial lado izquierdo	1	25,00	7,00
rod	Revisar rueda trasera lado izquierdo	1	28,00	7,30
sus	Hoja de muelle partida	1	32,10	7,00
tra	Apretar tuerca yorqui del diferencial, apretar base entre dos de la barra	1	1,25	1,20

#### Anexo 4: Continuación.

tra	Barra con juego	1	168,30	24,00
tra	Barra con juego, ponche	1	128,30	17,30
tra	Cambiar barra de transmisión	1	6,00	5,00
tra	Cambiar cruceta, electricidad	1	290,30	13,10
tra	Cambiar entredos de la barra	2	54,00	22,00
tra	Cambiar manguera de cloche	1	5,00	1,30
tra	Cambiar rodamiento de la barra de transmisión	6	2203,60	46,90
tra	Cambiar rodamiento de la barra, apretar boza	3	141,00	15,00
tra	Cambiar rodamientos de la barra, ponche, electricidad, cambiar boza	1	8,00	7,15
tra	Cambiar sello de una rueda	1	79,30	9,30
tra	Cambiar tornillo de las ruedas	1	1,00	1,00
tra	Cloche	3	254,50	15,40
tra	Juego en la palanca de velocidad	1	23,30	7,00
tra	No coje la marcha hacia atrás	1	1,00	0,55
tra	Revisar barra de transmisión	3	286,90	42,30
tra	Revisar barra de transmisión, electricidad	3	6,90	0,90
tra	Revisar bomba de cloche	2	2,20	2,20
tra	Revisar bomba de cloche, ponche	1	3,50	3,50
tra	Revisar caja de velocidad	2	8,00	8,00
tra	Revisar cloche	5	616,10	84,40
tra	Revisar cloche, electricidad	2	6,80	6,60
tra	Revisar cloche, electricidad, apretar boza	1	95,10	9,30
tra	Revisar cloche, ponche	1	4,45	3,30
tra	Revisar cloche, salidero de aire	1	74,00	25,00
tra	Revisar cloche, salidero de escape	1	25,50	12,00
tra	Revisar diferencial	1	548,00	6,00
tra	Revisar entre dos, apretar boza, electricidad, ponche	2	56,00	12,00
tra	Revisar tornillo del diferencial, ponche, revisar boza	1	27,30	8,30

**Anexo 4: Continuación.**

tra	Rodamiento de la barra	2	52,45	5,00
tra	Rodamiento de la caja	2	191,50	24,30
tra	Sale aceite del diferencial, revisar boza, juego en barra estabilizadora, apretar 5 <sup>ta</sup> rueda	1	3,30	3,00
tra	Zapatilla del cloche, ponche, electricidad	1	76,25	10,00
<b>Total</b>		732	30793,68	3254,95

**Anexo 5: Resultados de las transportaciones durante al año 2010.**

<b>Equipo</b>	<b>Plan (ton):</b>	<b>Real (ton):</b>	<b>km totales:</b>	<b>Con carga:</b>	<b>Tráfico real (t*km):</b>	<b>Combustible (l):</b>	<b>Ingresos:</b>
4227	4585	3.504,05	21229	14207	328478,69	11457,73	38324,71
4228	7980	6877,47	33491	22515	608965,14	17784,00	64230,38
4229	10000	7795,06	38165	24002	625938,70	18419,88	75207,10
4230	5045	3823,93	24355	18489	420621,44	12238,92	47435,42
4231	6710	4859,23	35867	25511	558247,70	17168,69	64434,46
4232	6520	5215,19	38191	27018	670300,36	18555,39	69388,47
4233	13685	11528,16	44746	35437	1028359,51	20699,09	94930,91
4234	10100	8197,25	26479	15528	428781,19	13308,81	58894,13
4235	4865	3873,92	21902	13683	360044,38	10575,69	37636,87
4236	5320	4586,19	23027	12693	378210,16	13138,10	40674,13
4237	4060	3426,80	20194	12735	368397,95	9962,84	38472,56
4238	7015	5663,49	44998	31679	780572,55	22454,31	88901,64
4239	10095	8703,75	39544	24298	690865,43	18490,90	72015,56
4240	4935	4157,27	18731	13952	419911,48	9758,28	34315,45
4241	7155	5626,39	30708	22417	533898,42	16010,12	64872,36
4242	6335	4997,94	23317	16375	404148,47	11736,27	49701,52
4243	4415	3572,97	22636	16373	401708,72	11543,28	38338,42
4244	7970	6393,12	31211	21489	526802,95	15818,22	68061,95
4245	8815	7203,47	24861	14598	380787,62	11866,74	58611,78
4246	6720	5242,37	45605	36271	836085,57	20526,11	91755,56
4247	5950	4875,99	29879	19978	531004,23	14174,27	51040,19
4248	8190	6998,47	30519	17839	519186,92	15255,65	55736,10
4249	6375	5236,95	23602	15287	392779,15	12015,72	52940,32
4250	7400	5179,54	45200	36444	719263,84	18068,55	89691,59
4251	8260	6537,80	28172	20389	451109,56	13460,36	68590,54
4252	4710	4111,87	31928	20698	450516,11	14836,18	42093,96
4253	10255	8557,89	27632	16139	464156,39	14352,81	69164,78

**Anexo 5: Continuación.**

4254	11245	9495,24	28794	20805	619718,94	13695,30	69817,95
4255	14385	12960,00	36682	32967	1039651,35	15768,75	81627,60
4256	7050	5822,47	29007	18478	511130,70	14784,60	48404,30
4257	8450	5851,16	37879	27550	564251,68	18218,49	82387,18
4258	10010	8291,25	29260	17490	512555,83	15363,35	63306,07
4259	12820	10617,92	23399	13613	399604,54	12064,88	72997,21
4260	8770	7295,28	30709	21374	563355,74	15673,66	71152,36
4261	6265	4974,33	27041	18520	451416,27	13456,38	52478,22
4262	4350	3015,49	24750	15481	343326,29	11096,89	42701,06
4263	8195	6759,73	27697	15563	442948,36	14307,29	56799,65
4264	11715	9586,43	38451	34114	840660,52	18247,75	99058,60
4265	9275	7059,98	48515	38177	908071,41	22412,68	107909,94
<b>Total</b>	<b>305995</b>	<b>248475</b>	<b>1208373</b>	<b>840176</b>	<b>21475834</b>	<b>588766</b>	<b>2474101</b>