



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 Kamaz, en la empresa SERVICAR Holguín.

Autor: Alexander Fernández Arévalo.

Tutor de la Empresa: Ing. Osbeidy Hernández Durán.

Tutor de la Universidad: MSc. Ing. Buenaventura Rubén Rigol Cardona.

Provincia Holguín

2011.

DEDICATORIA

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Alexis Fernández Moreno y Delmis Arévalo González por sus continuas oraciones a Dios rogando por mi bienestar. También a mis profesores y amigos, porque sus conocimientos me instruyeron y el carácter y ejemplo de muchos me perfeccionó.

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS

La gratitud es deber de todo ser humano; quien ha recibido, no puede vivir de espaldas e indiferente de quien le ha dado, razón por la que agradezco eternamente a:

- Buenaventura Rigol por su apoyo incondicional durante el desarrollo de este trabajo. Agradecer a Osbeidy Hernández Durán por la ayuda brindada en la Empresa Servicar, donde me tutoró. Extender el agradecimiento a Orlando, Berta, Milanés, Zoila, Sergio, Armando y demás personal del Centro, por su trato cordial y extendernos la mano amiga siempre que nos hizo falta.
- Agradezco desde lo más profundo de mí ser a mi familia, en particular a mi Padre por sostenerme económicamente durante todo este tiempo. También agradezco a la familia de la fe en Jesús. Porque han estado presentes para socorrerme siempre que hizo falta, en especial Marlon quien me ayudo con sus habilidades informáticas.
- No puedo dejar de agradecer a Annie Castro, por que me hace dichoso el poder contar con una novia tan especial y consagrada. Porque es el motivo de muchas de mis alegrías, agradezco al cielo por ponerla a mi lado. Y sobre todo reconocimiento agradezco infinitamente a Dios porque todo se lo debo a Él.

RESUMEN

RESUMEN

Este trabajo está basado en la línea de la transportación de carga y fue realizado en la Empresa Servicar de Holguín, sobre 23 camiones de procedencia rusa, de la marca Kamaz, que representan el 35 % del total del parque, equipos que contribuyen al cumplimiento de los objetivos de la empresa. De ellos se estudiaron las condiciones de explotación, los desempeños teóricos y reales, a partir de las rutas por donde transitan y se realizó un estudio al régimen de mantenimiento. De ésta forma se le da cumplimiento al objetivo del trabajo, el cual es determinar las respuestas dinámica, económica y técnica de los camiones Kamaz en aras de explotar estas máquinas dentro de parámetros más eficientes. Con el presente trabajo pudimos arribar a las siguientes conclusiones: que el mal estado de las rutas reduce de manera significativa la disponibilidad técnica de los camiones, la velocidad técnica se limita a unos 45 km / h cuando va multiplicado y a 55 km / h cuando va sin multiplicar, determinadas mediante la característica tractiva construida. El sistema de mantenimiento aplicado no garantiza los insumos necesarios, trayendo como consecuencia un menor aprovechamiento del tiempo en taller de los vehículos. Los cálculos realizados para determinar el comportamiento de algunos indicadores del transporte revelan que: el Coeficiente de disponibilidad técnica (CDT) durante el año 2010 no registra un valor aceptable, por la influencia de los años de explotación de los vehículos, y la falta de un stock de piezas para responder de manera rápida a las eventualidades que se puedan presentar.

SUMMARY

SUMMARY

This work is based on the load transportation fleet and it was carried out in the Servicar Holguin enterprise, on 23 Kamaz Russian trucks, that represent 35 % of the total of the fleet. These machines contribute to the execution of the objectives of the enterprise. Of them, the conditions of exploitation were studied, and the theoretical and real behaviours, starting from the routes for where they go. By this way it was executed the objective of the work, which is to determine the dynamic, economic and technique behaviours of the Kamaz trucks, for the sake of it explores these scheme inside efficient parameters. With the present work we could achieve the following conclusions: the improper state of the routes reduces directly the technical significant readiness of the trucks, the technical speed is limited to about 45 km / h when multiplied the transmission system, and to 55 km / h without multiplying, certain by means of the built tractive characteristic. The calculations carried out determined the behaviour of some indicators of the transport, such as: the Coefficient of use of the journey, the Energetic efficiency of the transportations, and the Consumption of fuel, all of them have a good behaviour, although they can be improved, while the Coefficient of technical readiness (CDT) during the year 2011 didn't register an acceptable value, influenced of the years of exploitation of the vehicles among other factors.

ÍNDICE

ÍNDICE

Contenido	Página
Introducción	1
Capítulo 1: Fundamentación teórica.	10
1.1. Caracterización de la Empresa Servicar Holguín.	10
1.2. Caracterización de los talleres y su flujo tecnológico.	11
1.3. Caracterización del vehículo KAMAZ y sus modelos.	12
1.4. Relación del problema planteado con la Ingeniería Mecánica.	14
1.4.1. <i>Caracterización del transporte automotor de carga.</i>	15
1.4.2. <i>Relación de índices de la actividad de transporte de carga.</i>	16
1.5. <i>Conceptos básicos de fiabilidad en las máquinas automotrices.</i>	19
1.5.1. <i>Definición y origen de los fallos.</i>	22
1.6. Generalidades sobre el proceso de mantenimiento.	25
1.6.1. Proyección del mantenimiento preventivo.	29
1.6.2. Enfoque del mantenimiento correctivo.	32
Capítulo 2: Entorno Operacional de los camiones Kamaz.	35
2.1. Condiciones de explotación de las rutas.	35
2.2. Construcción y análisis de la característica tractiva de los camiones Kamaz.	38
2.2.1. Análisis de la característica tractiva de los camiones Kamaz.	40
2.3. Estudio del régimen de mantenimiento de los camiones Kamaz.	42
2.4. Comportamiento de los indicadores de explotación.	48
2.4.1. <i>Coefficiente de disponibilidad técnica.</i>	48
2.4.2. <i>Coefficiente de aprovechamiento del recorrido.</i>	52
2.4.3. <i>Eficiencia energética de las transportaciones.</i>	52
2.4.4. <i>Consumo de combustible.</i>	53
2.5. Análisis energético.	54
2.6. Valoración económica y ambiental de la propuesta planteada.	56
2.7. Contribución de este proyecto a la defensa de la Patria.	55
Conclusiones	58
Recomendaciones	60
Bibliografía	62
Anexos	71

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Desde un punto de vista social y económico, el sector del transporte es uno de los más importantes dentro de cualquier economía, no sólo por su aporte financiero sino por ser un sector estratégico para el funcionamiento del conjunto de la sociedad¹. En un mercado de trabajo cada vez más competitivo y globalizado, las personas suelen contar con varias opciones de transporte a la hora de iniciar un viaje. La elección de uno u otro medio dependerá de múltiples variables que las personas valoran y evalúan antes de comenzar el mismo: duración del trayecto, costo económico, comodidad, rapidez en la llegada al destino, calidad de servicio, etc.

Lo anterior se aplica particularmente al transporte de carga. Además y en cierta medida, éste tiene un problema de imagen. El tamaño y la potencia de los vehículos pesados y el comportamiento de algunos conductores acentúan la percepción negativa que se tiene de tal actividad económica. Dicha percepción se agudiza cuando la actividad de los vehículos pesados tiene lugar cerca de núcleos urbanos.

Los intentos de proyectar una imagen del sector más coherente y positiva respecto al medio ambiente, por tomar ese aspecto en particular, no sólo interesan a una organización en particular, sino al conjunto de la industria. Parece claro que la preocupación por el medio ambiente continuará creciendo en los años venideros, con la correspondiente legislación. Aceptando el reto medioambiental desde el principio y respondiendo positivamente, las organizaciones de transporte por carretera estarán mejor situadas para manejar el cambio, en lugar de verse arrastradas por él.

En éste punto se menciona una recopilación de buenas prácticas medioambientales con objeto de ayudar al sector de transportes de mercancías por carretera, a reducir el consumo de recursos energéticos y agua, así como a disminuir la generación de residuos y minimizar el impacto medioambiental de las emisiones atmosféricas y ruidos². La racionalización en el empleo de los recursos naturales y la optimización de procesos le reportará un ahorro de costos.

Las buenas prácticas son³: adquisición de vehículos, cuidado de la imagen, vehículos en ruta, mantenimiento de la flota, equipo e instalaciones, buena disciplina en el almacén, adecuada manipulación y transporte de mercancías, respeto a la limpieza, adecuada gestión y segregación de los residuos, normar el consumo de

agua y electricidad, establecer comunicación y orden, y cumplir con los procedimientos establecidos.

Ya en un marco general, se considera que cada organización debería seleccionar, mejorar e implementar las mejores prácticas para su tipo de actividad, necesidades, entorno, etc. Conviene subrayar la necesidad de ser críticos con los fallos, de tratar de evitarlos o de solucionarlos y de no olvidar que la consideración que los clientes, actuales o posibles, tengan sobre la organización es la mejor garantía de futuro. Muchos de los puntos de acción recomendados en la bibliografía son sencillos y poco costosos, aunque producen resultados significativos.

A pesar de las distintas modalidades existentes de transporte de carga, el medio elegido mayoritariamente es el transporte por carretera. Es en este sentido en el que surge la necesidad de conocer más a fondo una arista tan importante para el conjunto de la sociedad, que es el *mantenimiento que se le brinda a los medios de transporte*. Y es que en este sentido, no se puede olvidar que es uno de los sectores menos dinámico y más importante de la economía cubana, que queda plenamente justificado tanto en sus cifras macroeconómicas (volumen de negocio, aporte al Producto Interno Bruto - PIB, etc.) como en los índices de volumen de empleo que engloba.

Antes de centrarnos en el mantenimiento en sí, se hará un aparte con las carreteras. Históricamente los países de Centroamérica y el Caribe, a diferencia de aquellos de América del Norte y América del Sur, han enfrentado serias dificultades en sostener programas de mantenimiento vial, que garanticen una condición funcional adecuada en sus redes de carreteras. Esta situación se ha agravado debido a la periódica ocurrencia de desastres naturales de consecuencias alarmantes, como los huracanes⁴.

Los daños generados por estos eventos extraordinarios crean situaciones de urgencia que inevitablemente absorben los recursos disponibles (fondos, equipo, personal), desarticulando los programas de mantenimiento regulares. A pesar de estas condiciones, los países del área han realizado esfuerzos significativos para establecer programas sistemáticos de atención a la red vial, los que han hecho énfasis en 2 aspectos fundamentales: establecimiento de fondos especiales, asignados por ley, para el mantenimiento y conservación de la red vial; y desarrollo de herramientas de programación, como Sistemas de Gestión de Pavimentos, para una mayor eficacia en la administración de los recursos.

En el documento se tratarán posteriormente y de manera breve las carreteras, desde el punto de vista dinámico de las máquinas automotrices, y el efecto que tienen sobre su funcionamiento.

Retornando a las empresas de transporte de carga, en cuanto a los cambios acontecidos en ellas, hay que destacar que un importante número de personas percibe transformaciones en el sector, sobre todo relacionadas con la incorporación de nuevas tecnologías y nuevas normativas que influyen de modo directo a la realización de las tareas dentro del sector. Las regulaciones normativas que cuentan con una mayor presencia dentro del sector, son las relacionadas con el ámbito de la calidad y la prevención de riesgos laborales. Ante los cambios surgidos, las empresas han adoptado 3 medidas principales: el reordenamiento laboral, la incorporación tecnológica y la ampliación de su oferta formativa.

El Ministerio de Transporte (MITRANS) de la República de Cuba, como ente rector del sector, le compete la formulación de políticas que le conduzcan a garantizar un servicio de transporte eficiente y seguro, bajo criterios de racionalidad y calidad para responder a las necesidades de la demanda. Lo anterior requiere que se disponga de la información básica que permita caracterizar nuestro sistema empresarial y los indicadores de gestión en la operación de transporte⁵.

La cubana es una de las últimas economías socialistas que subsisten en el mundo, lo que, junto a su carácter insular, la convierten en un caso sui generis. Los medios de producción están en poder del Estado, que toma las principales decisiones económicas. El mismo, por medio de sus empresas, es el principal agente económico, el cliente en cualquier operación de comercio exterior y el socio en cualquier inversión. Es, también, quien regula toda la economía, incluidas importaciones, exportaciones, finanzas e inversiones. Aunque puede hablarse de un proceso de descentralización e intento de mejora de la gestión empresarial en los últimos años, eso no equivale a la liberalización de la economía, incompatible con el carácter socialista de nuestra Constitución.

Para entender la situación actual de la economía cubana, debemos conocer la severa crisis que originó la caída del bloque socialista en 1989. La causa fue la gran dependencia de Cuba respecto a estos países, con los que realizaba el 80 % de su comercio exterior en condiciones privilegiadas: subvencionaban la compra de petróleo crudo y la exportación de azúcar además de suponer su principal fuente de financiación. El resultado fue una caída del 35 % del PIB y el descalabro del sector

exterior, muy desequilibrado debido tanto a la dificultad para reducir las importaciones como a la escasa oferta exportable.

La salida de la crisis se ha buscado durante la década de los 90 a través de políticas de ajuste macroeconómico y del saneamiento del sector exterior, controlando las importaciones y buscando financiación externa. También se llevaron a cabo reformas económicas que se han detenido para mantener el modelo de economía estatalizada. El resultado ha sido cierta modernización del país, sin llegar a ser suficiente para solventar sus problemas más graves.

El sector transporte de carga por carretera en Cuba experimentó que muchos de los camiones más viejos han sido sometidos a procesos de remotorización debido a la escasez de repuestos y a su elevado consumo de combustible. Por lo general se les instala motores diesel (Iveco, Mercedes Benz, Mitsubishi, MWM). De esta manera alargan su ciclo de explotación a un bajo costo.

En la actualidad se ha estabilizado lo referente a los repuestos de algunas marcas de vehículos y las asignaciones de combustible a los renglones básicos; a pesar de los cambios vertiginosos que las Tecnologías de la Información y Comunicación están teniendo en los demás sectores productivos, se trata éste de un sector en el que todavía no han entrado a fondo con fuerza. También es cierto que los mayores cambios que se están dando en tal aspecto, son debidos a la introducción de nueva flota la cual incorpora cada vez mayor tecnología e introduce nuevas herramientas de trabajo, que requieren y provocan una mayor especialización de los trabajadores del sector.

La estructura económica en el transporte de carga por carretera es por tanto muy atípica y está plagada de contrastes. Por un lado, en algo, se aproxima a la de un país en desarrollo (con empresas como Almacenes Universales S. A., Trasval, Servicios Automotores S. A. y TransCUPET) y, por otro, hay otras muchas empresas en las que se parece más a uno intermedio (UDECAM) o incluso subdesarrollado (empresas del Poder Popular, TransMINAZ).

Así, podría ocurrir que una parte de los integrantes de la oferta, los de menor tamaño o unidades de producción marginales, estuvieron facturando servicios por debajo del costo, provocando con ello un desgaste sucesivo de los equipos utilizados y, en última instancia, la mencionada salida del mercado, la disolución de las empresas y la liquidación del material rodante. En consecuencia, debe admitirse que, en general, la dinámica exitosa del comportamiento empresarial en el sector

depende más, por lo menos en el corto plazo, de la aptitud para competir en términos de calidad del servicio, información acerca de las posibilidades ofrecidas por el tráfico disponible, grado de capitalización e innovación tecnológica, que de la eliminación de asimetrías como las mencionadas, que afectan a los indicados componentes del costo.

Se espera que la progresiva incorporación de unidades nuevas⁶, que supone la reducción de gastos de mantenimiento e impactos ambientales negativos, el ofrecimiento de adelantos tecnológicos, así como también de mayores y mejores niveles de capacidad, confiabilidad y disponibilidad, redunde progresivamente en el mejoramiento de la calidad del servicio y en el fortalecimiento de la competitividad de las empresas de transporte cubanas.

Por las razones invocadas en párrafos anteriores se considera que éstos son temas de alta prioridad, habida cuenta de las actitudes asumidas por clientes de otros países que realizan operaciones comerciales en el país, sobre todo en relación a la antigüedad de la flota cubana.

Las autoridades nacionales de Transporte y Economía deberían darle al sector de transporte carretero de carga similar apoyo al que reciben los sectores de transporte urbano o interprovincial para los mismos fines. Un servicio competitivo a nivel regional debe contar con material rodante al menos de tecnología reciente y, por lo tanto, es imprescindible una respuesta a los planteos para importar vehículos destinados al transporte de cargas, lo cual produciría grandes utilidades con destino a la Caja Central del Estado cubano⁷.

En la provincia de Holguín, que se considera industrial, el transporte automotor constituye un eslabón indispensable para la economía interna, de ahí que el país se trazara para ella importantes estrategias en este sector. Este trabajo está basado en la línea de la transportación de carga y fue realizado en la Empresa Servicar de Holguín.

Está dirigido a los vehículos Kamaz, pues a pesar de los esfuerzos realizados por la máxima dirección de nuestra Revolución y del MITRANS para modernizar el parque de vehículos, mediante la adquisición de técnica moderna a través de convenios con la República Popular China, los vehículos que han sido adquiridos hasta hoy por esta vía no suplen aún la necesidad de la transportación de carga.

Por lo que debemos seguir trabajando en mantener la funcionalidad de estos vehículos rusos, que juegan un papel fundamental en el rol de la transportación de

carga, y además realizar un profundo análisis de su entorno operacional, que de lugar a que se realice una explotación de una manera efectiva de éstas máquinas automotrices.

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 estos son sometidos, en el desgaste de la funcionalidad de las máquinas automotrices. De tal manera se podrán planificar mejor el sistema mantenimiento, para alargar la vida útil del vehículo.

La expansión y las mejoras a las unidades del transporte y los cambios que se están sucediendo en el entorno empresarial mundial y cubano, exigen un cambio en la manera de pensar. Esto implica un reto, siendo necesario el desarrollo de mecanismos que sean capaces de incrementar su eficiencia y eficacia. Comenzar a pensar de una manera distinta acerca de cómo encausar el camino al incremento de la efectividad en el transporte de mercancías es de medular importancia; centrar la visión en la calidad del servicio que se presta y aprovechar las oportunidades que éste brinda⁸.

Por eso, las políticas que tengan como objetivo maximizar los intercambios, deberán planificar adecuadamente las inversiones complementarias en infraestructura de transporte, y aquí es donde se impone el estudio de las condiciones de operación de las máquinas bajo las características de explotación, además del mantenimiento como modo para intentar restaurar las características perdidas y la prolongación de la vida útil de las máquinas, si se aplica correctamente⁹.

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. Actualmente la explotación técnica correcta de los vehículos consiste en mantener su fiabilidad técnica, por lo que se hace un problema de primer orden el estudio detallado de los vehículos de cargas adquiridos en estos últimos años. El mayor

conocimiento de estas máquinas permitirá operarlas bajo condiciones de trabajo que permitan elevar la fiabilidad de los equipos.

La eficiencia, palabra muchas veces repetida, debe transformarse de concepto económico en modo de actuar, controlar y exigir, desde los que dirigen hasta cada trabajador. De esta manera se hará realidad, que el socialismo además de justicia, debe ser eficiencia y calidad¹⁰.

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 futuro¹¹. 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 esta importancia, dada la incidencia de todos estos problemas en las metas de desarrollo, que sostiene el país.

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, y los desempeños teóricos y reales de los camiones Kamaz.

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

Objeto de estudio: los camiones Kamaz en la provincia Holguín.

Campo de acción: las respuestas dinámica, económica y técnica de los camiones Kamaz en la provincia Holguín.

Hipótesis: si se determinan la característica tractiva, los indicadores más importantes del transporte para todos los camiones Kamaz de la empresa SERVICAR en la provincia Holguín, se podrán obtener sus respuestas dinámicas, económicas y técnicas, respectivamente.

Objetivo general: determinar las respuestas dinámicas, económicas y técnicas de los camiones Kamaz en la provincia Holguín.

Tareas a realizar:

1. Determinar las características técnicas fundamentales de los camiones Kamaz.
2. Caracterizar las condiciones de explotación de los camiones Kamaz.
3. Determinar el tráfico que realizan los camiones Kamaz.

4. Construir la característica tractiva de los camiones Kamaz.
5. Conocer el desempeño económico de los camiones Kamaz.
6. Determinar los principales indicadores del transporte de los camiones Kamaz.

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 realizaron entrevistas y se analizaron documentos, fundamentalmente durante la práctica profesional de los años cuarto y quinto de la Carrera de Ingeniería Mecánica, para conocer el estado actual de operación y mantenimiento de los camiones Kamaz. 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 1

CAPÍTULO 1: Fundamentación teórica.

En el capítulo se abordan las características de la empresa Servicar en la ciudad de Holguín, incluyendo los talleres y el flujo tecnológico que se realiza en ellos; de los camiones Kamaz disponibles en dicha empresa; cómo se relaciona el problema planteado con la Carrera de Ingeniería Mecánica; la fiabilidad para las máquinas automotrices; hasta cerrar la línea de pensamiento con el sistema de mantenimiento que se aplica a los camiones Kamaz en la empresa.

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 Resolución No. 150 / 2002 del MITRANS y con domicilio situado 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 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.
- Alquilar 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 del 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: *“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”*¹². 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. Para una mejor comprensión de la estructura por departamentos de la empresa, su organización se presenta en el siguiente organigrama funcional.

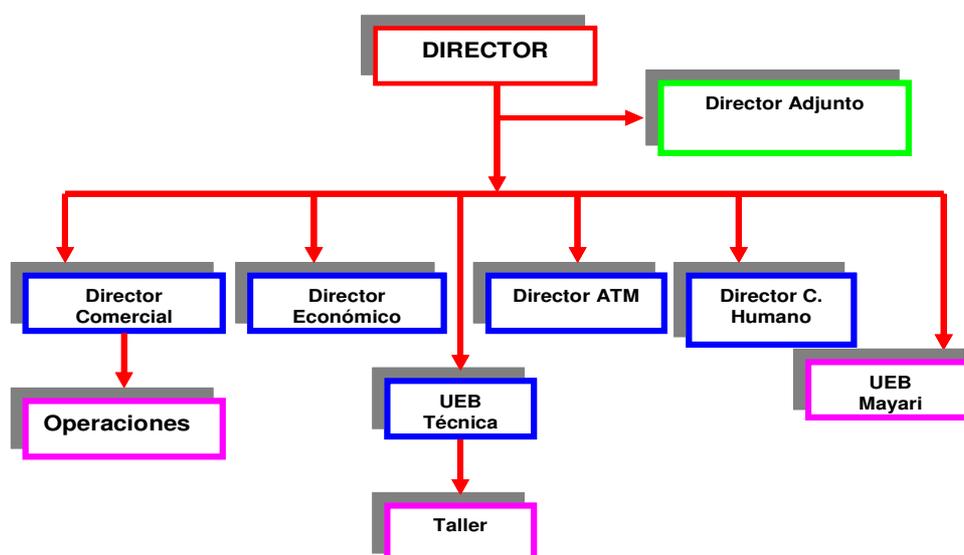


Figura 1.1. Organización funcional de la empresa SERVICAR Holguín.

Para cumplir con su objeto social la entidad cuenta con un parque total de 74 equipos, 23 son de la marca Kamaz, para el 31 % del total, con más de treinta años de explotación. Además posee 39 camiones de procedencia china Marca North Benz, que representan el 52,7 % del total del parque.

1.2. Caracterización de los talleres y su flujo tecnológico.

Los talleres de la empresa SERVICAR se encuentran divididos en áreas de mantenimiento, chapistería, soldadura y pintura, con una ponchera 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 estos 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 experiencia 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, etc.). El personal es dirigido por 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 una orden de trabajo. 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, se le asigna un mecánico según el tipo de rotura que posea. Al concluir las tareas de reparación y ser registradas en la orden de trabajo, el chofer se presenta nuevamente en el Área de Control de Taller, donde se le hace entrega de 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 y seguir luego el procedimiento habitual.

1.3. Caracterización del vehículo Kamaz y sus modelos.

El acrónimo ruso Kamaz significa *Камский автомобильный завод – Камаз*, que se traduce como *Kamskiy avtomobilny zavod* o Fábrica de Automóviles de KÁMA, que es planta de producción de camiones pesados¹³. Este fabricante de camiones se ubica en la ciudad de Náberezhnyie Chelny, Tatarstán, Rusia. Los camiones KAMAZ tienen fórmula de rueda 6 x 4 y diseño con la cabina delantera situada sobre el motor. Los mismos pueden ser divididos en dos grupos¹⁴:

- 1- Camiones destinados para explotación en carreteras de todas las categorías, con masa sobre cada eje de hasta 6 000 kg.
- 2- Camiones destinados para la explotación principalmente por carretera de I, II y III categorías con masa sobre cada eje de hasta 8 000 kg.

La empresa SERVICAR cuenta en la unidad de Holguín con un parque de veintitrés

de éstos equipos, pertenecientes al segundo grupo en 2 de sus modelos:

- Kamaz 53212: (Figura 1.2) es el tractocamión con plataforma con costados y masa de la carga transportable de 10 000 kg y destinado a trabajar con remolque de masa total de hasta 14 000 kg. El remolque básico es de modelo 8352, con masa de la carga transportable de 10 000 kg.

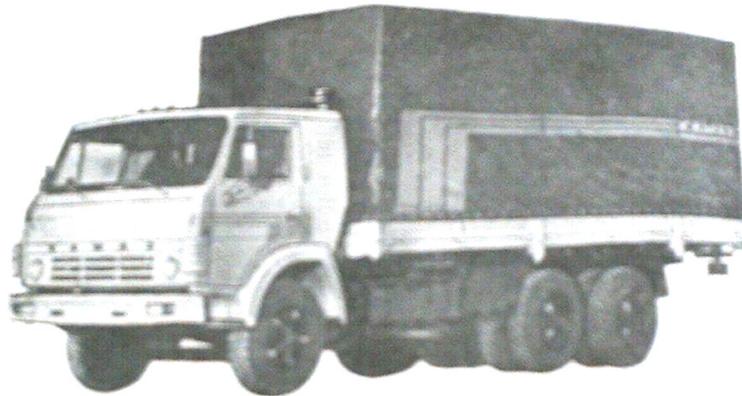


Figura 1.2. Tractocamión Kamaz 53212¹⁵.

- Kamaz 54112: (Figura1.3) es el tractocamión de semirremolque con masa sobre el dispositivo de plato portador de 1 000 kg; está destinado a trabajar con un semirremolque de masa total de hasta 26 000 kg. El semirremolque básico es de modelo 9385 con masa de la carga transportable de 20 000 kg.



Figura 1.3. Tractocamión Kamaz 54112¹⁶.

El motor de estos vehículos es de modelo 740¹⁷, de cuatro tiempos diesel. Posee ocho pistones dispuestos en forma de “V”, garantizando una potencia de 154 kW a 2600 min⁻¹ y un momento torsor máximo de 637 N m en un intervalo de 1500 a 1800

min⁻¹. La caja de velocidades es mecánica, integrada por la caja básica de cinco velocidades de marcha adelante y una marcha hacia atrás y desmultiplicador de velocidades en dos etapas, con la relación de transmisión de la tabla 1.1.

Tabla 1.1. Relación de transmisión de velocidad en sus dos etapas.

Marcha	Relación	Marcha	Relación
1B	1: 7,82	1A	1: 6,38
2B	1: 4,03	2A	1: 3,29
3B	1: 2,50	3A	1: 2,04
4B	1: 1,53	4A	1: 1,25
5B	1: 1,00	5A	1: 0,815
RB	1: 7,38	RA	1: 6,02

Tiene una transmisión por cardán, con acoplamientos acanalados deslizantes y articulaciones de cardán sobre cojinetes de aguja. Los puentes propulsores son con las vigas soldadas y estampadas. Las transmisiones son de dos etapas con las siguientes relaciones de transmisión: 7,22 y 6,53. Los diferenciales entre los ejes son cónicos con 4 piñones satélites. Los semiejes son completamente flotantes.

1.4. Relación del problema planteado con la Ingeniería Mecánica.

En la Carrera de Ingeniería Mecánica, mientras se impartió de acuerdo con el Plan de estudios “C”, la disciplina “Explotación Técnica y Económica” se encargó de abordar de una manera evidente el tema de las transformaciones energéticas en la etapa de explotación del ciclo de vida de las máquinas.

Al aplicarse el Plan de estudios “C”, dicha tarea la asume la disciplina “Máquinas Industriales y Mantenimiento”, la cual poseía la asignatura de Mantenimiento, con un rol similar a lo planteado anteriormente.

En la actualidad, con el Plan de estudios “D” se busca desarrollar actitudes hacia la autopreparación permanente como condición esencial del profesional universitario, por lo que es importante establecer un vínculo entre las disciplinas “Tecnología energética”, “Mantenimiento” y “Máquinas automotrices”¹⁸.

1.4.1. Caracterización del transporte automotor de carga.

El transporte automotor es el medio logístico fundamental e imprescindible para el abastecimiento productivo y comercial¹⁹. La generalizada difusión de ésta modalidad de transporte desde los inicios del presente siglo, ha sido y es una característica de la vida moderna. Esto se evidencia al repasar las estadísticas mundiales en las que se comprueba el inmenso número de vehículos (decenas de millones) existentes en la actualidad en todos los países, debido en lo fundamental a que requiere inicialmente de un menor monto inversionista, además de ser utilizable en diversas condiciones del relieve, clima y otros.

El transporte automotor comprende un conjunto de elementos que incluye primordialmente los medios móviles, las vías, carreteras, avenidas y calles, así como una infraestructura necesaria para el mantenimiento y reparación de éstos medios básicos²⁰.

Tiene como mercado fundamental las transportaciones de cargas fraccionadas, de alto valor, a cortas distancias o que requieren de rápida entrega. A través del transporte automotor se lleva a cabo alrededor del 80 % de las transportaciones terrestres. Dicho transporte posee una alta maniobrabilidad, manifestada en sus cualidades de poder cambiar en cualquier momento la dirección o el sentido de la transportación, circular por lugares donde no existen vías pavimentadas, al no depender de una vía rígida que le imponga ciertos requerimientos técnicos, como ocurre con el ferrocarril²¹.

El medio automotor tiene las siguientes ventajas contra otros modos de transporte²²:

- Bajas inversiones iniciales para su organización.
- Rapidez en la entrega, hecho que permite mantener bajos inventarios.
- Alta maniobrabilidad, pudiendo introducirse en lugares intrincados de zonas urbanas y rurales.
- Posibilidades de transportaciones directas de origen a destino, sin necesidad de efectuar transbordos.
- No se requiere de gran acumulación de cargas para realizar la transportación.
- Gran diversidad de vehículos de diferentes capacidades y características para el transporte de distintos tipos de cargas y condiciones de trabajo (camiones, cuñas, remolques y semirremolques, vagón cerrado, plataformas o planchas, cisternas, refrigerados, isotérmicos, volteos y otros especializados).

Sus principales desventajas son las siguientes:

- Elevados costos de operación por unidad de carga.
- Baja capacidad de carga.
- Altos requerimientos de mantenimiento y reparación.
- Relativamente corta vida útil de los medios, debido a los cambios tecnológicos y a las exigencias de seguridad en la vía.
- Dificultades para el parqueo de vehículos en zonas urbanas.
- Alto nivel de contaminación ambiental, ruidos y peligrosidad en el tránsito.

Los vehículos de carga se seleccionan según las características de la carga y el tráfico que deben garantizar. En el caso del transporte automotor de carga, se requiere considerar la siguiente clasificación (Figura 1.4).

De acuerdo con la modalidad de transporte, así será el método a emplear para optimizar recorridos y / o recursos, para lo cual se deben tener en cuenta una serie de indicadores técnicos, económicos y de explotación. De aquí la marcada necesidad que tiene nuestro país de explotar las máquinas dentro de los parámetros que le permitan aprovechar su mayor rendimiento en bien de generar mayores ganancias.

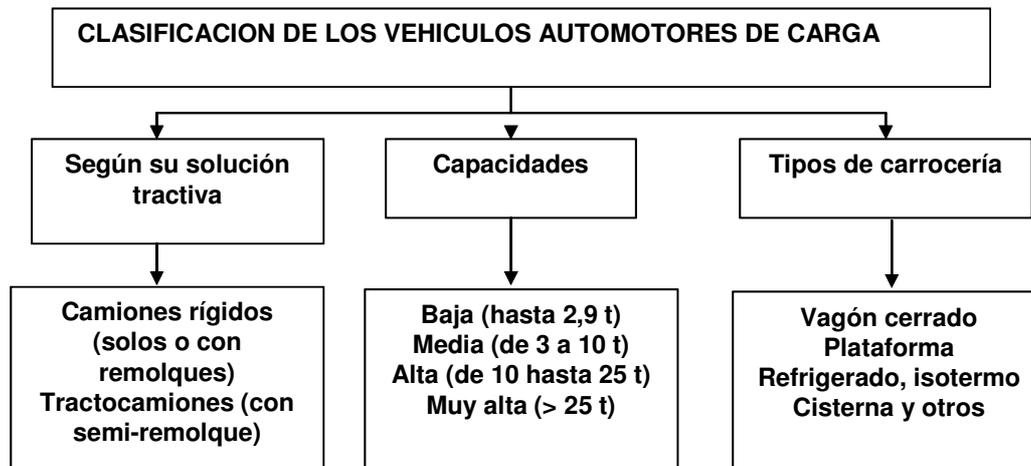


Figura 1.4. Clasificación de los vehículos automotores de carga²³.

1.4.2. Relación de índices de la actividad de transporte de carga.

La calidad del transporte automotor, en condiciones de servicio determinadas, se expresan a través de índices cuantitativos y cualitativos²⁴, que se pueden determinar para el parque completo, o por tipo de vehículos, tráficos, tipos de cargas, clientes, etc.

Cada uno de estos índices expresa un aspecto esencial del proceso de transportación. Todos ellos representan un sistema único, vinculados entre sí, que permiten determinar los resultados y las causas de los cambios que se operan en el proceso de transporte y facilitan la búsqueda y la adopción de las medidas que contribuyan a elevar la eficiencia de las transportaciones²⁵. Los índices más utilizados son los siguientes:

1. **Coeficiente de disposición técnica del parque:** expresa el por ciento de vehículos que se encuentran 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.
2. **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.
3. **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.
4. **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.
5. **Distancia media de un viaje con carga:** es la relación entre el recorrido con carga del equipo entre el número de viajes durante un período determinado.
6. **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.

7. **Velocidad técnica:** es la relación existente entre el recorrido total y el tiempo de movimiento de los equipos de transporte de carga.
8. **Velocidad de utilización:** es la relación existente entre el recorrido total y el tiempo de trabajo en el período determinado de los equipos de transporte de carga.
9. **Recorrido total del equipo:** 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.
10. **Tráfico producido:** Expresa la producción del transporte en toneladas-kilómetros, mediante la multiplicación de la carga transportada por viaje, y la distancia que se transporta. Corresponde a la suma de los resultados de cada multiplicación.
11. **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.
12. **Rendimiento de los medios de transporte:** relaciona la cantidad de producción por la unidad de tiempo.
13. **Coeficiente de aprovechamiento del recorrido:** es la relación entre la distancia recorrida con carga y la distancia total recorrida por el vehículo.
14. **Índice de consumo de combustible:** expresa la cantidad de litros de combustible que se consume para generar una tonelada – kilómetro. Definiendo de esta manera el uso del combustible en función del recorrido.
15. **Eficiencia energética de las transportaciones:** define el rendimiento del combustible en función de la producción.
16. **Costo de la transportación:** 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.

Durante la explotación de los medios de transporte ocurren transformaciones físicas y químicas en sus sistemas, que conducen a la degradación de sus características técnicas y a una disminución de sus prestaciones²⁶. La vejez del parque o ausencia de buenos sistemas de mantenimiento, que restablezcan las características técnicas de óptimo funcionamiento, influyen directa y perjudicialmente sobre los indicadores.

La necesidad de conservar en el tiempo los valores de los requisitos de utilización establecidos dentro de los límites fijados, hace que desde el mismo momento del diseño de la máquina y en la explotación posterior, se tengan en cuenta la fiabilidad, condiciones de explotación, sistemas de mantenimiento y otros parámetros que permitan el mantenimiento de los indicadores dentro de valores aceptables por entidad²⁷.

1.5. Conceptos básicos de fiabilidad en las máquinas automotrices.

El término fiabilidad es descrito en el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española como "*probabilidad de buen funcionamiento de algo*". Referido al comportamiento de un sistema o dispositivo, se define como: "*probabilidad de que el dispositivo desarrolle una determinada función, bajo ciertas condiciones y durante un período de tiempo determinado*".

Según la NC 92-10 la fiabilidad es "*la propiedad que tiene el artículo de cumplir las funciones asignadas, conservando en el tiempo los valores de los requisitos de utilización establecidos dentro de los límites fijados, en correspondencia con las condiciones establecidas*"²⁸.

Etapas de la fiabilidad.

El aseguramiento de la fiabilidad es una tarea a cumplir durante todo el ciclo de vida del artículo y posee 3 etapas fundamentales²⁹:

1. Se origina (se concibe) durante el diseño del artículo.
2. Se desarrolla (se materializa) durante el proceso de producción.
3. Se mantiene (se realiza) durante la explotación.

Durante el diseño del artículo. Los aspectos a tener en cuenta en esta etapa son:

- a) La calidad de los componentes y elementos a utilizar. La elección de los componentes y sus materiales debe realizarse teniendo en cuenta las futuras condiciones de trabajo (climáticas, de producción, etc.). Se deben satisfacer los requisitos funcionales, la resistencia mecánica y térmica, la rigidez necesaria, la precisión y la fiabilidad para las futuras condiciones de explotación. La utilización de elementos unificados y la concepción de módulos – bloques favorecen la elevación de la fiabilidad desde el diseño. Formas y materiales que han dado buenos resultados en artículos semejantes tienen preferencia.
- b) La concepción de regímenes de trabajo racionales para el artículo. Se disminuye la intensidad del desgaste, se evitan excesos en el régimen térmico, en la

dinámica general del equipo y en general se atenúa el ritmo de envejecimiento futuro. La utilización de regímenes de trabajo imprevistos es una fuente fundamental de fallos.

- c) La accesibilidad a todas las partes del artículo. Muchas actividades de mantenimiento que pudieran elevar la fiabilidad del artículo, se imposibilitan por no haberse previsto desde el diseño la forma de su ejecución por el hombre. Por ejemplo: la ausencia de captadores o lugares donde colocarlos impiden el control de parámetros de diagnóstico del sistema, como temperaturas, presiones, vibraciones, etc. En otros casos se limita el trabajo preventivo de ajustes y regulaciones por no contarse con los mecanismos pertinentes que se debieron prever durante el diseño. También se conciben sistemas de autocontrol que mantienen un monitoreo continuo o al menos intermitente de importantes parámetros de la máquina.
- d) La utilización de dispositivos de protección. Lo que permite que ante un fallo, no se produzcan averías posteriores. O sea, se le quita el carácter dependiente a muchos fallos. Ello evita grandes pérdidas y garantiza seguridad operacional para el hombre.

Durante el proceso de producción del artículo. Es una etapa importante para su futura fiabilidad, destacándose el cumplimiento de la disciplina tecnológica establecida en el diseño para los procesos de elaboración. La calidad de la materia prima, la limpieza de la instalación y puestos de trabajo, la verificación periódica de la calidad y la prohibición de alteraciones de los dispuestos en la documentación técnica son aspectos que garantizan la futura fiabilidad del artículo elaborado.

Durante la explotación. Aquí influyen los siguientes aspectos:

- a) Las condiciones de explotación (climatológicas y de trabajo). La acción de altas o bajas temperaturas del medio, las oscilaciones de la temperatura, humedad, lluvias y la variación de los regímenes de trabajo por encima o por debajo de lo establecido en la documentación afectan significativamente la fiabilidad del artículo en uso. La ubicación de las máquinas en lugares donde predominan vibraciones, aceleraciones u otros efectos negativos también afecta la fiabilidad.
- b) El servicio de mantenimiento racional. La decisión acertada sobre dónde utilizar un tipo de sistema de mantenimiento, cuáles acciones son las efectivas, con qué periodicidad y otros aspectos del campo de la organización del mantenimiento

son aspectos que tienen relación directa con la fiabilidad de la máquina que se explota.

- c) La calificación y responsabilidad del personal. Tanto el personal del servicio de mantenimiento, como los de operación, influyen muchísimo en el resultado del trabajo de la máquina. La fiabilidad del funcionamiento de aparatos de un mismo tipo se diferenciará sensiblemente si el personal de servicio no tiene igual preparación o responsabilidad para su cuidado. La experiencia afirma que el cambio frecuente del personal disminuye la responsabilidad y afecta el dominio de los equipos atendidos.

Propiedades de la fiabilidad.

La fiabilidad es una propiedad compleja y se expresa con 4 propiedades esenciales³⁰:

1. Operatividad (funcionabilidad, trabajo sin fallo): Propiedad que tiene el artículo de mantener ininterrumpidamente el estado de capacidad de trabajo durante un tiempo específico, en condiciones de operación dadas (propiedad del artículo de trabajar sin fallo en un período dado). Una máquina tendrá mejor operatividad en la medida que puede laborar más tiempo ininterrumpidamente sin perder su capacidad de trabajo.
2. Durabilidad: Está relacionada con el recurso y el plazo de servicio. Propiedad del artículo de mantener el estado de capacidad de trabajo hasta llegar al estado límite en condiciones de operación dadas.
3. Mantenibilidad: Está relacionada con la prevención, descubrimiento y eliminación del fallo y sus consecuencias, con la estadía del equipo en el taller, gastos de fuerza de trabajo, materiales, etc. Es la propiedad del artículo consistente en su facilidad para prevenir y descubrir las causas que originan sus fallos y deterioros, así como para la eliminación de sus consecuencias mediante la realización del mantenimiento. La efectividad de un sistema de mantenimiento estará en dependencia del grado de mantenibilidad de la máquina a atender, entre otros factores.
4. Conservabilidad: Caracteriza la capacidad del artículo de resistir las acciones del medio (temperatura, humedad, radiaciones, etc.) y las cargas durante la transportación y almacenaje. Es la propiedad del artículo de conservar su capacidad de trabajo y otras características, durante un tiempo en el cual no está operando y se encuentra en condiciones dadas de transportación y almacenaje.

El objetivo general que se persigue con la aplicación de la teoría y las técnicas de fiabilidad es situar las anteriores propiedades al más alto nivel, lo que se logra: diseñando bien, produciendo mejor, explotando dentro de las condiciones previstas y ejecutando un excelente servicio de operación y mantenimiento.

La intención de fabricar teniendo en cuenta la fiabilidad, es garantizar máquinas que puedan ser explotadas con el menor número de fallas posibles. Por lo que hay una estrecha relación entre fiabilidad y fallas.

1.5.1. Definición y origen de los fallos.

El fallo es el concepto fundamental de la Teoría de la Fiabilidad, es el evento por excelencia a estudiar en fiabilidad, es el objeto de estudio, siendo importante el análisis de su naturaleza física, sus causas y elaborar las medidas encaminadas a pronosticarlos³¹.

Las fallas se definen como: disminución ó pérdida de la función del componente con respecto a las necesidades de operación que se requieren para un momento determinado. Es la incapacidad de cualquier elemento físico de satisfacer un criterio de funcionamiento deseado. Decimos que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión³².

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 fallas³³:

- Falla funcional: es la incapacidad de cualquier elemento físico de satisfacer un criterio de funcionamiento deseado. Por ejemplo: un equipo deja de funcionar totalmente.
- Fallas parciales (potenciales): se definen como las condiciones físicas identificables que indican que va a ocurrir una falla funcional. Están por encima o por debajo de los parámetros identificados para cada función. Por ejemplo: el elemento no cumple un estándar o parámetro establecido de su servicio.

Origen de los Fallos.

Estos se producen cuando las solicitaciones a que son sometidos los elementos superan la resistencia del elemento más débil. Las solicitaciones que actúan sobre una máquina pueden ser de origen: mecánico, eléctrico, químico, térmico, etc.

En general se presentan combinadas variando sus magnitudes en el tiempo. En el motor de combustión interna sus elementos están sometidos a variaciones permanentes de: velocidad, torque, temperatura, presión, etc. Todo provocado por sus diferentes regímenes transitorios y la repetición cíclica de los procesos básicos. Por otra parte, la resistencia de los elementos no es la misma en todo momento, sino que disminuye con el tiempo debido a los procesos de fatigas y envejecimiento³⁴.

Según su origen los fallos se clasifican en:

- Fallos por envejecimiento: están vinculados al proceso de degradación con el tiempo del elemento debido a una reducción de su resistencia.
- Fallos por mal uso: son causa de la aplicación de esfuerzos superiores a la capacidad o resistencia de los elementos.
- Fallos por debilidades propias (infantiles): atribuidos a mal diseño o defectos en la fabricación.

Toda falla de una pieza tiene un efecto sobre la máquina y una consecuencia a la empresa y al medio ambiente. Las consecuencias de una falla de una máquina pueden ir de su colapso, destrucción de una planta, pérdidas de vida humanas y daños graves al medio ambiente. El costo de ello puede ser inmenso, que la empresa a lo mejor no puede afrontar³⁵. Entre las causas generales de falla se encuentran las siguientes:

1. Diseño incorrecto.
2. Materiales inadecuados.
3. Fabricación incorrecta de piezas.
4. Ensamble mal hecho.
5. Operación errónea de la máquina.
6. Mantenimiento incorrecto.

Las primeras 4 causas son de responsabilidad del fabricante de la máquina y éstas afectan la garantía si la falla ocurre al inicio de la operación de la máquina. Las 2 últimas corresponden al usuario de la máquina. El análisis de las eventualidades para toda entidad del transporte es un estudio de no poca relevancia.

Origen de fallos en motores de combustión interna.

Se desarrolla este aspecto porque el motor es el conjunto más complejo, importante y caro de las máquinas automotrices. El origen de los fallos en los motores se debe a las solicitaciones mecánicas, térmicas y químicas a que se somete el material.

Las solicitaciones mecánicas se transmiten entre los elementos en forma de cargas estáticas y dinámicas. Las más importantes son las originadas por las fuerzas de inercia, la presión de los gases y por las fuerzas de rozamiento entre las partes con movimiento relativo.

Las solicitaciones térmicas son consecuencia de la generación de calor durante la combustión, la fricción y otras. Por la elevada carga térmica que se genera con el calor de la combustión, es fundamental su control con un buen sistema de refrigeración.

Las químicas, provienen de las reacciones químicas que producen un debilitamiento de la resistencia del material, corrosión que se origina fundamentalmente por la acción de ácidos orgánicos provenientes de la degradación del aceite, por la acción de ácidos inorgánicos de la combustión, o por la acción corrosiva del agua refrigerante.

Conocer el sistema que más falla y dentro de éste sus elementos³⁶, así como la periodicidad con que lo hacen, permiten contar con un número de eventualidades que admitan garantizar un nivel de piezas de repuesto para responder a los incidentes con la mayor brevedad posible.

Generalmente el departamento de compras es el encargado de gestionar el almacén que suministra elementos a distintos sectores. Para gestionar el almacén con eficiencia hay que poseer un mínimo de existencias sin movilizar en el almacén, y fijar un valor máximo de rotura de ellas, las cuales se definen como aquella cantidad de materia prima, materiales y elementos en general que se almacenan, para su posterior empleo³⁷. El uso futuro puede destinarse a:

- Alimentación de una línea de producción,
- Ventas por mayor y menor,
- Mantenimiento de máquinas y equipos, y
- Abastecimientos de elementos de consumo desde un depósito central.

De aquí la importancia de conocer los elementos que más fallan en los vehículos y la periodicidad con que lo hacen, permitiendo esto garantizar el stock adecuando dentro de la entidad ya que un stock mayor significa mayor inversión³⁸.

Las eventualidades son imposibles de eliminar en una máquina en total, pero sí mitigar dentro de valores mínimos. Para esto se emplean los sistemas de mantenimientos, hasta restablecer o prolongar las características de explotación a los equipos.

1.6. Generalidades sobre el proceso de mantenimiento.

Toda actividad humana adquiere un carácter de mantener lo que ya existe, lograr el funcionamiento eficaz de los entes y proponerles mejoras. En los vehículos esto se logra por medio del mantenimiento; el cual 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 mismos³⁹. El mantenimiento produce un bien real, que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad⁴⁰. Para nadie es un secreto la exigencia que plantea una economía globalizada, mercados altamente competitivos y un entorno variable donde la velocidad de cambio sobrepasa en mucho nuestra capacidad de respuesta. En este panorama estamos inmersos y vale la pena considerar algunas posibilidades que siempre han estado pero ahora cobran mayor relevancia.

Particularmente, la imperativa necesidad de redimensionar la empresa implica para el mantenimiento, retos y oportunidades que merecen ser valorados. Debido a que el ingreso siempre provino de la venta de un producto o servicio, esta visión primaria llevó a la empresa a centrar sus esfuerzos de mejora, y con ello los recursos, en la función de producción.

El mantenimiento fue "un problema" que surgió al querer producir continuamente, de ahí que fue visto como un mal necesario, una función subordinada a la producción, cuya finalidad era reparar desperfectos en forma rápida y barata. Sin embargo, sabemos que la curva de mejoras incrementales después de un largo período es difícilmente sensible, a esto se suma la filosofía de calidad total. Esta realidad ha volcado la atención sobre un área relegada: el mantenimiento. Ahora bien, ¿cuál es la participación del mantenimiento en el éxito o fracaso de una empresa? Por estudios comprobados se sabe que incide en⁴¹:

- Costos de producción.
- Calidad del producto servicio.
- Capacidad operacional.
- Capacidad de respuesta de la empresa como un ente organizado e integrado. Por ejemplo: al generar e implantar soluciones innovadoras y manejar oportuna y eficazmente situaciones de cambio.

- Seguridad e higiene industrial, y muy ligado a esto.
- Calidad de vida de los colaboradores de la empresa.
- Imagen y seguridad ambiental de la compañía.

La necesidad de organizar adecuadamente el servicio de mantenimiento con la introducción de programas de mantenimiento preventivo y el control del mantenimiento correctivo se encuentra hace varias décadas en la base, fundamentalmente con el objetivo de optimizar la disponibilidad de los equipos productores. Posteriormente, la necesidad de minimizar los costos propios de mantenimiento acentúa esta necesidad de organización mediante la introducción de controles adecuados de costos⁴².

Más recientemente, la exigencia a que la industria está sometida de optimizar todos sus aspectos, tanto de costos, como de calidad, como de cambio rápido de producto, conduce a la necesidad de analizar de forma sistemática las mejoras que pueden ser introducidas en la gestión, tanto técnica como económica del mantenimiento. Todo ello ha llevado a la necesidad de manejar desde el mantenimiento una gran cantidad de información⁴³.

Objetivos del mantenimiento.

El diseño e implementación de cualquier sistema organizativo y su posterior informatización, debe siempre tener presente que está al servicio de unos determinados objetivos⁴⁴. Cualquier sofisticación del sistema debe ser contemplada con gran prudencia en evitar, precisamente, de que se enmascaren dichos objetivos o se dificulte su consecución. En el caso del mantenimiento su organización e información debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos: optimización de la disponibilidad del equipo productivo, disminución de los costos de mantenimiento, optimización de los recursos humanos y maximización de la vida de la máquina. Todo esto permite:

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes precitados.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o paro de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente al lucro cesante.

- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de éstos durante más tiempo y a reducir el número de fallas.

Como cualquier otra máquina, aún cuando en apariencia y en tamaño se ve muy fuerte, un camión puede fallar. Puede suceder cualquier día, cuando el camión "amanezca cansado", por alguna falla en el sistema mecánico o por la falta de mantenimiento. Los camiones deben ser atendidos no solo en su motor, sino también en el resto de sus componentes mecánicos, las llantas, las luces y demás.

Hay múltiples tipos de fallas en los camiones. Muchas son simples, que pueden ser incluso resueltas por el mismo conductor. Otras, las más complejas y peligrosas, sólo los más expertos mecánicos pueden arreglar. Sin importar el origen del problema, no pueden ser ignoradas. Toda falla de una pieza tiene un efecto sobre la máquina y una consecuencia a la empresa y al medio ambiente. Los resultados de una falla pueden ir de un colapso de la máquina, destrucción de una planta, pérdidas de vidas humanas y daños graves al medio ambiente.

Organización de la actividad de mantenimiento.

La organización del sistema de gestión de mantenimiento depende de una serie de factores que desempeñan un papel decisivo dentro de la actividad fabril⁴⁵. No tener en cuenta esos factores y querer copiar estructuras estereotipadas, en vez de favorecer la actividad, puede entorpecerla y hacerla totalmente ineficiente. Los principales factores objetivos a tener en consideración deben ser los siguientes:

- El volumen y valor de la producción.
- Las características tecnológicas de la producción.
- El tamaño de la empresa.
- La distribución en planta del equipamiento que recibirá la acción del mantenimiento.
- La fuerza capacitada y recursos materiales de que dispone la entidad para acometer el trabajo.

Al hablar de una organización fabril algunos aspectos no especificados en el concepto anterior comienzan a acotarse. El número de personas se determina en función de la carga de trabajo, la distribución geográfica y el tamaño de la empresa. Por otra parte, toda organización requiere de un escalonamiento jerárquico para que

la misma funcione y por último, una empresa es una organización creada para un fin determinado y a su vez conocido.

Los aspectos a considerar para adoptar una determinada forma de organización de mantenimiento son los siguientes⁴⁶:

- Tamaño de la planta.
- Número de instalaciones y su distribución geográfica.
- Distribución espacial de los talleres.
- Requerimiento de destreza en las áreas.
- Requerimientos de herramientas y utensilios por áreas.
- Dimensiones de la fuerza de mantenimiento necesaria.
- Mano de obra calificada disponible.
- Complejidad del equipamiento a atender.
- Costos de afectaciones al proceso por paradas.
- Estrategia de la entidad.

Los principios básicos para una buena organización del mantenimiento son los siguientes⁴⁷:

1. Establecer una clara y razonable división de autoridad y responsabilidad.
2. Mantener una línea vertical de autoridad y responsabilidad lo más corta posible.
3. Establecer el número óptimo de personas que se subordinan y reportan a un mando.
4. Establecer la organización del personal involucrado en la actividad.
5. Reducir costos de mantenimiento por unidad producida.
6. Minimizar el tiempo de afectaciones al proceso productivo por los equipos críticos.
7. Mínimo costo de mantenimiento por los equipos no críticos.
8. Separar las funciones administrativas de las de soporte de ingeniería.

En la figura 1.5 se muestra la gestión del mantenimiento en una empresa. El cual está integrado por la planificación, organización, ejecución y regulación, registro, evaluación, análisis, diagnóstico y pronóstico, que juntos forman un ciclo administrativo de mantenimiento. El éxito se encuentra en la ejecución de éstos parámetros correctamente. Un ciclo de mantenimiento adecuado tendrá gran influencia en el éxito de una empresa ya que este influye decisivamente en la disponibilidad del parque y la prolongación de la vida útil de los vehículos de una flota.

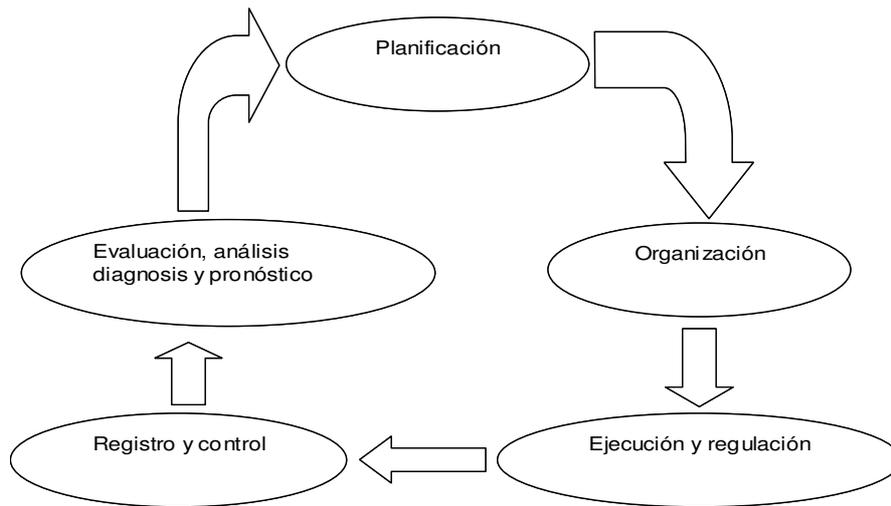


Figura 1.5. Ciclo administrativo en la gestión del mantenimiento.

Toda entidad productiva debe tener una organización interna de mantenimiento, aunque sea a un nivel muy elemental y apoyarse en empresas especializadas para la ejecución de trabajos costosos y complicados en la actividad. Para ejecutar el mantenimiento por medios propios la empresa debe disponer del personal calificado y los recursos materiales necesarios⁴⁸.

Tipos de mantenimientos.

Para garantizar que la máquina funcione en sus parámetros establecidos con las mayores prestaciones de servicios, se garantizan servicios de mantenimientos a los equipos. Existen 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 utilizados⁴⁹.

El mantenimiento correctivo y el mantenimiento preventivo planificado que son los que tienen lugar en la empresa SERVICAR, los cuales poseen como objetivo intentar restaurar las características perdidas y, si se aplica correctamente en la mayoría de los casos consigue prolongar la vida útil de los medios de transporte⁵⁰.

1.6.1. Proyección del mantenimiento preventivo.

Si bien el objetivo de mantenimiento es lograr, con el mínimo costo, el mayor tiempo en servicio de las instalaciones productivas con el fin de conseguir la máxima disponibilidad, aportando las mayores productividad, calidad de producto y seguridad de funcionamiento, el objetivo así definido no queda medido ni expresado en cifras.

Veamos los componentes o factores del mantenimiento preventivo, como aproximación a lo anterior⁵¹: costos, tiempo de servicio (disponibilidad y fiabilidad) y seguridad de funcionamiento (mantenibilidad, calidad y prontitud de respuesta).

Los tres son medibles y cuál es su sentido de variación, es suficiente para optimizar el objetivo antes definido, permitiendo efectuar su análisis para llegar a determinar nuevas acciones⁵².

Análisis del objetivo del mantenimiento.

Para analizar el objetivo del mantenimiento preventivo hay que ver cómo varían sus componentes, en función de las variables fundamentales de las que depende la productividad del mantenimiento, y que son⁵³: costo de la mano de obra, costo de las piezas de repuesto e inmovilizados y número de disfuncionamientos (fiabilidad y disponibilidad). La interpretación que se les da es la siguiente:

- a) Si los disfuncionamientos disminuyen, los tres componentes que definen el objetivo varían en el sentido de alcanzar éste. Por tanto, el primer paso a dar es prever un medio que disminuya el número de disfuncionamientos. Éste no puede ser otro que un sistema de mantenimiento preventivo y de mejora.
- b) Si los repuestos disminuyen también lo hacen los costos, pero se corre el peligro que disminuya el tiempo en servicio o disponibilidad de los equipos si los repuestos bajan de un cierto límite. Por tanto, es necesario llegar a una solución aceptada en la gestión de piezas y partes de repuestos.
- c) Por último si la mano de obra disminuye también lo hacen los costos y el tiempo en servicio o disponibilidad. En este caso hay que llegar a una solución de compromiso mediante su empleo racional, integrando el mantenimiento en la producción.

Resumiendo, podemos decir, que los medios a emplear por mantenimiento para lograr su objetivo son los 3 que se mencionan:

- Un sistema de mantenimiento preventivo y de mejora.
- Una aceptada gestión de repuestos.
- Un empleo racional de la mano de obra de producción y de mantenimiento.

El Mantenimiento preventivo sistemático: consiste en un conjunto de operaciones que se realizan sobre las instalaciones, maquinarias y equipos de producción antes de que se haya producido un fallo; y su objetivo es evitar que se produzca dicho fallo en pleno funcionamiento de la producción o el servicio que presta. Éste tipo de mantenimiento incluye operaciones de inspección y de control

programadas de forma sistemática, así como operaciones de cambio cíclicos de piezas de forma sistemática⁵⁴.

Para su correcta aplicación, hay que hacer previamente un estudio o estimación de la “vida” de los distintos elementos susceptibles de desgaste, o que conducen a deterioros o disfuncionamientos de la máquina o grupo de máquinas consideradas, como fase previa a la planificación de las operaciones y tipos de mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo ideal sería aquel que por un conocimiento completo de la “vida” de todas y cada una de las piezas que sufren desgaste, permitiese confeccionar un programa de intervención preventiva de reposición de aquellas. De tal suerte que, cada pieza sería repuesta por una nueva antes de su desgaste total o rotura y, de ésta forma, las averías desaparecerían totalmente⁵⁵. Sin embargo, tal sistema es utópico, porque nuestro conocimiento de la “vida” de las piezas es incompleto, pues ella misma es incierta. Podemos conocer, en el mejor de los casos, su distribución de probabilidad pero en la mayoría de los casos no podemos hacer más que una previsión subjetiva de dicha distribución.

El mantenimiento preventivo sistemático debe asentarse en una importante y bien organizada logística de apoyo, para asegurar los medios y herramientas necesarias en las distintas tareas programadas por lo que es conveniente una buena planificación del mismo. El mantenimiento preventivo debe partir de una buena ingeniería de la fiabilidad, haciendo correctas estimaciones de la vida de los componentes y piezas, de tal forma que no tengamos una avería catastrófica en plena producción, pero tampoco cambiemos piezas en excelente estado de funcionamiento. Por ello es importante disponer de un sistema de recogida de información sobre todas las intervenciones de mantenimiento para obtener un buen historial de cada máquina⁵⁶.

Un plan de mantenimiento preventivo se compone de una lista de todas las acciones necesarias a realizar en una máquina o instalación en términos de: limpieza, control, visita de inspección, engrase, intervenciones de profesionales de mantenimiento y otros.

Este tipo de mantenimiento 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 mismas⁵⁷. 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: inventario técnico, 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 planificarlo⁵⁸.

El mantenimiento de equipos, infraestructuras, herramientas, maquinarias y otros activos representa una inversión que a mediano y largo plazo acarreará ganancias, no sólo para la entidad que realiza la inversión, donde se le revertirá en mejoras en su producción, sino también el ahorro que representa tener trabajadores sanos e índices de accidentalidad bajos.

1.6.2. Enfoque del mantenimiento correctivo.

También es denominado mantenimiento reactivo. Es aquel que se ocupa de la reparación una vez se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina, involucrando una cantidad determinada de tareas de reparación no programadas, 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. Dentro de este tipo de mantenimiento podríamos contemplar 2 tipos de enfoques⁵⁹:

1. Mantenimiento paliativo o de campo (de arreglo): se encarga de la reposición del funcionamiento, aunque no quede eliminada la fuente que provoco la falla.
2. Mantenimiento curativo (de reparación): se encarga de la reparación propiamente, pero eliminando las causas que han producido la falla. Se suele tener un almacén de recambio, sin control, de algunas cosas hay demasiado y de otras, quizás de más influencia, no hay piezas; por lo tanto es caro y con un alto riesgo de falla. Mientras se prioriza la reparación sobre la gestión, no se puede prever, analizar, planificar, controlar o rebajar costos.

Como el mantenimiento correctivo no se puede eliminar en su totalidad, una gestión correcta extraerá conclusiones de cada parada e intentará realizar la reparación de manera definitiva ya sea en el mismo momento o programado un paro, para que esa falla no se repita. Este sistema de mantenimiento se realiza la mayoría de las veces sin una preparación previa del trabajo que se va acometer. Por otra parte está

condicionado por la urgencia de poner de alta el equipo y esto influye negativamente en la calidad del mantenimiento. Obviamente que estos aspectos tienen una incidencia económica negativa, además de los riesgos que corren tanto el personal de mantenimiento, así como los equipos, tanto al producirse la avería como durante su reparación.

A estas desventajas se añaden, que en el momento de la avería puede que no se encuentren disponibles ni las piezas y equipos requeridos, ni el personal adecuado para acometer la operación de mantenimiento que se requiere, y ello incide negativamente en el tiempo de reparación. El mantenimiento correctivo, a pesar de ser bastante ineficiente, es utilizado en la práctica⁶⁰. Ello se debe a que existe un porcentaje de averías que se producirán de forma aleatoria, pues es imposible lograr el 100 % de fiabilidad en el funcionamiento de las máquinas y entonces es inevitable su uso. También se aplica en máquinas, que sus costos de adquisición y de mantenimiento son comparables, y en máquinas de baja criticidad productiva.

Conclusiones del capítulo 1.

Se concluye el capítulo con la información necesaria para fundamentar las acciones que se realizaron, y que se describirán en el próximo capítulo. Se tiene la convicción de que los camiones Kamaz de la empresa Servicar Holguín no escapan a la realidad de que la mayoría de las máquinas automotrices de nuestro país se someten a condiciones de explotación intensas, y aunque se declare en las empresas propietarias una política de mantenimiento preventivo, la realidad demuestra lo contrario. Sin embargo, hay que demostrar con hechos lo planteado, cuestión que se verá a continuación.

CAPÍTULO 2

CAPÍTULO 2: Entorno operacional de los camiones Kamaz.

En el capítulo se analiza el entorno operacional de los camiones Kamaz de la empresa SERVICAR Holguín a partir de las condiciones de explotación de las rutas empleadas, se construye e interpreta su característica tractiva, se estudia el desempeño de su régimen de mantenimiento detallando los insumos requeridos, y se determina el comportamiento de los indicadores de explotación, para realizar su análisis energético.

2.1. Condiciones de explotación de las rutas.

Las condiciones de las rutas de nuestro país, con varias décadas de explotación, y salvo excepciones, no reciben el mantenimiento requerido o sencillamente no reciben ningún mantenimiento por razones económicas; aunque tales grandes obras de infraestructura desencadenan una serie de actividades comerciales a propósito de su operación, que contribuyen al retorno de la inversión⁶¹. Esto trae consigo que nuestras carreteras en su mayoría no se encuentren en sus condiciones óptimas.

El estudio de estas rutas, así como la caracterización y evaluación de su estado técnico, junto a un análisis de la característica tractiva de la máquina automotriz mencionada, permitirá determinar los parámetros sobre los cuales debe de operar dicha máquina para una explotación óptima.

Para conocer el estado de los pavimentos de las carreteras, se suelen tomar los parámetros indicadores de daño siguientes⁶²: 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 tipos⁶³: buenas (B), regulares (R) y malas (M), que permitirán variar en un rango el coeficiente de resistencia a la rodadura – f , el cual influye en la velocidad máxima de los vehículos y en su consumo de combustible. Para ello nos apoyamos en las consultas a los expertos de la base⁶⁴.

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, con un mayor consumo de combustible y eventual atraso en la entrega de la carga. Todo ello se puede verificar en tiempo real con el Sistema de

Posicionamiento Global⁶⁵, que posee cada vehículo de la empresa. Para realizar los cálculos se consideró que las rutas buenas poseen $f = 0,022$; las regulares $f = 0,041$ y las malas $f = 0,06$ ⁶⁶.

Existe un aspecto operativo importante: la empresa convenía los viajes de los camiones de forma tal que⁶⁷: cuando éste lleve una carga hacia algún destino, regrese cargado siempre que sea posible. De esta forma se genera un considerable aprovechamiento del combustible y de la capacidad de carga del vehículo. Esta estrategia trae consigo que las fuentes de ingresos aumenten y se ahorre el mineral fósil. En la Tabla 2.1 se muestran las rutas habituales por donde transitan los camiones Kamaz en sus actividades de transportación, su distancia y su clasificación⁶⁸.

Tabla 2.1. Características de las rutas.

Origen:	Destino:	Km:	Categoría:
Ciego de Ávila	Empresa Eléctrica Holguín	331	R
Las Parras	Prisión Provincial	59	R
ATM Mitrans Holguín	Habana	761	R
Puerto Habana	Empresa Eléctrica Holguín	756	R
Boyero	Empresa Eléctrica Holguín	761	R
P. Negro	Almacenes Numa	11	R
P. Negro	P. Miro	8	R
Velasco	P. Cañada	20	R
P. Negro	P. Piedra Blanca	12	R
Frigorífico Bayamo	U 627	78	R
Antillana Acero	ECOI 17 Holguín	751	R
C/C Holguín	Plaza Revolución Habana	762	R
Habana	Termoeléctrica Felton	880	R
Puerto Vita	Puerto Habana	801	R
Puerto Vita	Puerto Mariel (Habana)	856	R
Antillana Acero	Puerto Habana	840	R
Bucanero	EPEES Tunas	89	R

Tabla 2.1. Continuación.

Origen:	Destino:	Km:	Categoría:
Saladero Holguín	Puerto Habana	780	R
Nueva Paz	Empresa Eléctrica Holguín	692	R
P. Negro	P. La Plaquita	5	R
P. Negro	P. René Ávila	15	R
P. Negro	P. La Cuba	14	R
P. Negro	P. Lindero	20	R
C/C Holguín	GE Loma Cruz	15	R
Empresa Eléctrica Holguín	GE Mir	50	R
Empresa Eléctrica Holguín	GE Retrete	81	R
La Casona Holguín	El Sitio Báguano	50	R
C/C Holguín	Cristino Naranjo	24	R
Centro Libro Habana	Centro del Libro Holguín	767	R
Hotel Río de Oro	Santiago Cuba	216	R
EMI Manicaragua	Ember Holguín	517	R
Carúpano	Lácteo Holguín	68	R
Nuevitas	Velasco	216	R
Muebles M Holguín	Ciudad Habana	747	R
Empresa Metalúrgica Tunas	GE Nicaro	203	R
Empresa Metalúrgica Tunas	GE Mir	61	R
Empresa Metalúrgica Tunas	GE Maceo	81	R
CAI Argentina	Ember Holguín	252	R
CAI Argentina	Fábrica Refresco Holguín	261	R
Ember Granma	Santa Cruz Norte, Habana	722	R
Fábrica Tabaco Holguín	Ciudad Habana	761	R
Fábrica Tabaco Holguín	Alquízar Habana	786	R
El Caney Santiago	Turquino Holguín	162	R
Sagua La Grande	Pedernales Holguín	530	R

En la tabla anterior se tomaron 75 ejemplos de las rutas más transitadas por los vehículos Kamaz. Como se puede apreciar, son muy pocas las que se encuentran en buen estado técnico, lo cual influirá en el análisis de la característica tractiva.

2.2. Construcción y análisis de la característica tractiva de los camiones Kamaz.

La característica tractiva del camión Kamaz se calcula con el fin de mostrar sus cualidades de movimiento, y la misma es la representación gráfica de la ecuación general del movimiento de las máquinas automotrices. Ésta característica comprende las curvas de⁶⁹: fuerza tractiva - P_n versus velocidad de movimiento - V_n . La fuerza tractiva se calcula considerando el motor trabajando en su característica exterior de velocidad⁷⁰, dependiendo entre otras cosas de la eficiencia del sistema de transmisión - η_o y las relaciones de transmisión i_c conectadas.

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, una vez deducida la fuerza de resistencia del viento - W_p . Depende entre otras cuestiones de⁷¹: 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 equipo.

En la Tabla 2.2 se muestran los datos empleados. La columna de la parte derecha de la tabla se refiere a las relaciones de transmisión de cada marcha (Is_n).

Como los vehículos Kamaz tienen una caja intermedia, se representarán 2 gráficas: una sin multiplicación y otra para el caso multiplicado. Las Figuras 2.1 y 2.2 se corresponden con los casos anteriores, considerando que no presenta en su sistema de transmisión de fuerzas algún elemento que trabaje con patinaje continuo. Las curvas continuas como parábolas invertidas son por marchas y las líneas discontinuas caracterizan la fuerza de resistencia del camino al vehículo - W_d completamente cargado para una carretera de asfalto ($f = 0,022$) y un camino de tierra seco ($f = 0,06$).

Existen otras maneras de representar la característica tractiva⁷², 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.

Tabla 2.2. Datos para el desarrollo de la característica tractiva⁷³.

Parámetros:	Valor:	Parámetros:	Valor:
Potencia	154 kW	Is ₁	7,82
Vía	2 500 mm	Is ₁ *	6,38
Alto	2 630 mm	Is ₂	4,03
Coeficiente aerodinámico	1,1	Is ₂ *	3,29
Radio dinámico	0,41 m	Is ₃	2,5
Peso del vehículo	15,3 t	Is ₃ *	2,04
Eficiencia de la transmisión	0,9	Is ₄	1,53
Velocidad de rotación máxima	2 600 min ⁻¹	Is ₄ *	1,25
Velocidad de rotación mínima	700 min ⁻¹	Is ₅	1
Relación transmisión del puente propulsor	5,94	Is ₅ *	0,815

Teniendo los parámetros técnicos necesarios, se procedió a la construcción de la característica tractiva del camión Kamaz, la cual se representa en la figura 2.1 y 2.2.

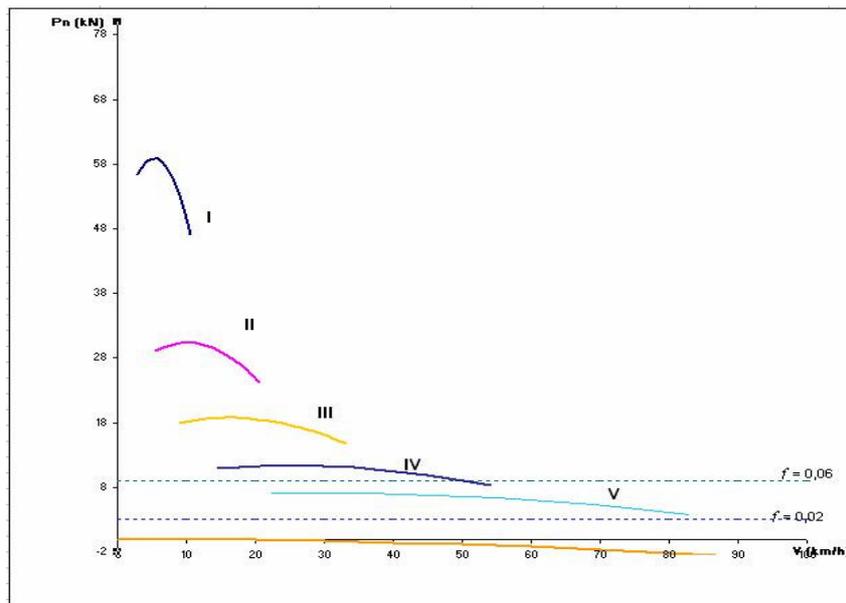


Figura 2.1. Característica tractiva del Kamaz sin multiplicar.

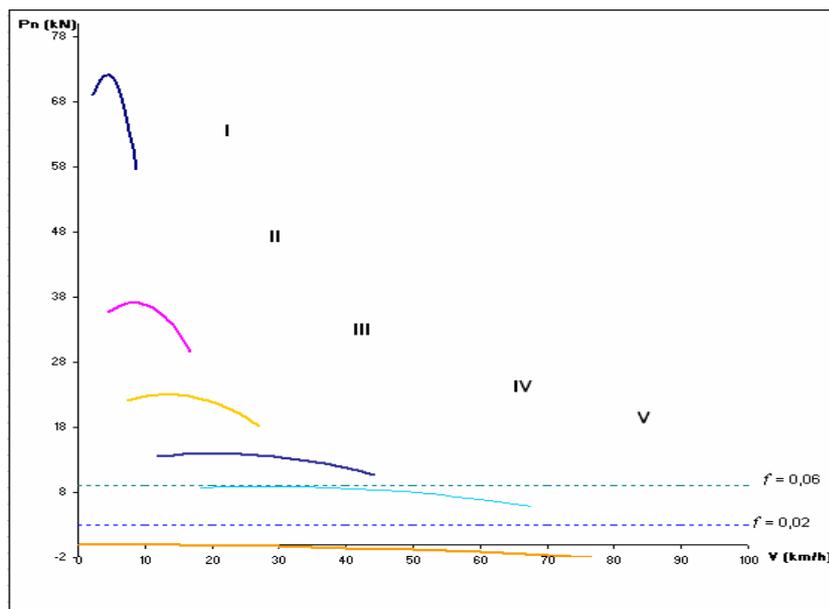


Figura 2.2. Característica tractiva del Kamaz multiplicado.

Del análisis de los resultados obtenidos, se aprecia que la velocidad técnica se limita a lo sumo a unos 45 km / h cuando el vehículo está multiplicado y unos 55 km / h cuando va sin multiplicar. Producto a la menor elasticidad de torque de los motores diesel 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 también al motor del camión, provocando un exceso del consumo de combustible por la máquina.

2.2.1. Análisis de la característica tractiva de los camiones Kamaz

Las pérdidas de energía durante el frenado y desaceleración pueden ser muy relevantes⁷⁴, 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 instalados 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 vehículo⁷⁵.

El impacto de la velocidad sobre el consumo de combustible depende de varios factores incluyendo la aerodinámica del vehículo, la velocidad del motor y las condiciones de operación⁷⁶. En términos generales aumentar la velocidad en 1 km / h aumenta el consumo de combustible 0,03 km / litro. Para un camión con una aerodinámica deficiente, el aumento puede llegar a ser hasta el doble de la cifra anterior. Mayores velocidades también originan mayores costos de mantenimiento debido a un mayor desgaste del motor, los neumáticos y los frenos. Esto unido al deterioro de las carreteras en nuestro país acentúa más las pérdidas energéticas de estas máquinas.

La gestión de la velocidad es una manera sencilla y efectiva de ahorrar combustible, reducir emisiones y prevenir el desgaste excesivo⁷⁷. Los transportistas o conductores pueden adoptar estrategias de velocidad a muy bajo o ningún costo, disminuyendo los gastos en mantenimiento y reducir su frecuencia. El tiempo entre revisiones del motor, por ejemplo, está directamente relacionado con el uso de combustible. Las flotas que adoptan estrategias de velocidad reportan ahorros adicionales debido a menores recambios de frenos, entre otros ítems.

Aún los conductores más experimentados pueden mejorar sus habilidades y aumentar su desempeño a través de programas de capacitación a conductores. 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 combustible⁷⁸. Son ejemplos fehacientes los siguientes: conducir a 100 km / h en vez de a 90 km / h puede requerir un 20 % más de combustible; conducir con un motor a muy altas revoluciones puede provocar ineficiencias de 10 o más litros de combustible por hora. Otros hábitos que reducen el consumo de combustible son realizar cambios de marcha indebidos o demasiado 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.

Los pequeños y sencillos cambios en las técnicas de conducción pueden permitir ahorrar 5 % o más de combustible. De acuerdo con un estudio realizado en Canadá, se estima que muchas flotas de camiones podrían lograr mejoras de 10 % o más a través de entrenamiento y monitoreo de conductores⁷⁹.

Otro estudio de la Comunidad Económica Europea (CEE) estimó que un curso de un día de duración realizado una vez al año, podría incrementar la eficiencia en el

consumo de combustible 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 (que 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 combustible⁸⁰.

Finalizando el epígrafe, se determinó que los camiones Kamaz durante el 2010 consumieron 187 331 litros de combustible. Aunque el contexto por tecnología y condiciones de explotación del material rodante no son las mismas, si nos comparamos con las empresas extranjeras, con seguridad podremos aprovechar sus experiencias.

2.3. Estudio del régimen de mantenimiento de los camiones Kamaz.

Los términos y definiciones empleados en el trabajo, relacionados con la filosofía de mantenimiento son los siguientes⁸¹:

- **Mantenimiento correctivo:** mantenimiento ejecutado después del reconocimiento de una falla, el cual busca hacer que el componente o equipo (ítem) quede en un estado en el cual pueda ejecutar la función para la cual es requerido.
- **Mantenimiento preventivo:** mantenimiento ejecutado a intervalos de tiempo predeterminados o de acuerdo a un criterio pre-escrito, el cual busca reducir la probabilidad de falla o la degradación del componente o equipo (ítem).

Mantenimiento Preventivo Planificado de los camiones Kamaz.

Se compone de 4 tipos de operaciones de mantenimiento (MT1, MT2, MT3 y MT4) y Revisiones Mecánicas (RM), como se muestra en el Anexo 1.

Su comportamiento en el año 2010 fue como se muestra en la Tabla 2.3, a partir del tiempo en taller o estadía (TT) y su aprovechamiento. El aprovechamiento se obtuvo como el cociente del tiempo en reparación (TR) y el TT.

En la primera columna de la Tabla 2.3 se especifica el tipo de operación de mantenimiento, en la segunda columna la cantidad de cada una, en la tercera columna el TT de las mismas. La cuarta columna es el TT_{medio} , obtenido como el cociente de las columnas tercera y segunda. La quinta columna es la norma de TT. La sexta columna es el aprovechamiento promedio del TT, obtenido como el promedio de los cocientes de TR y TT de cada operación.

Tabla 2.3. Mantenimiento preventivo planificado de los camiones Kamaz en el 2010.

Tipo	No.	ΣTT (h)	TT_{medio} (h)	Norma (h)	Aprovechamiento_{medio} (%)
MT1	55	260,3	4,73	2,0	83,44
MT2	12	52,4	4,36	2,5	86,07
MT3	9	59,5	6,61	2,6	77,18
MT4	8	470,1	58,76	3,0	27,16
Subtotal		842,2	-	-	-
RM	69	335,6	4,86	1,5	73,63
Total	153	1177,8	-	-	69,50

Mantenimiento Correctivo de los camiones Kamaz.

Se compone de operaciones de mantenimiento no tipificadas en su mayoría, debido a la gran cantidad de roturas que se presentan en el funcionamiento de los camiones Kamaz. El objetivo es recuperar la disponibilidad técnica de los camiones. Su comportamiento en el año 2010 se muestra en la Tabla 2.4, a partir del TT.

En la primera columna de la Tabla 2.4 se especifica el número operacional del vehículo, y de izquierda a derecha los sistemas que componen la máquina automotriz, los cuales son: carrocería, dirección, electricidad, frenos, motor de combustión interna, rodaje, suspensión y transmisión de potencia, con el tiempo que se invirtió por la indisponibilidad de ellos. Aparece la soldadura porque es una operación tecnológica que supera al TT del sistema de dirección, por ejemplo, y tuvo 18 ocurrencias.

Tabla 2.4. Mantenimiento correctivo de los camiones Kamaz en el 2010 a partir del TT.

No.	Carrocería	Sistema de dirección	Sistema eléctrico	Sistema de frenos	Motor de combustión interna	Sistema de rodaje	Soldadura	Sistema de suspensión	Sistema de transmisión de potencia	(en blanco)	Total general
4135	1,0		1,4	303,5	466,0		28,9		398,5	334,5	1533,6
4138			14,7	272,5	499,9	172,4	23,5	147,0	154,7	1511,5	2796,1
4152		50,4		29,4	44,7		1,2		2,5		128,2
4163	2,3		1,3	69,2	5995,4	58,0				1441,1	7567,3
4175	4,0		9,1	10,8	95,0	22,2			277,1		418,1
4182	7,4		1028,3		57,3	3,0			1,0	29,0	1126,0
4189			178,0		4,0						182,0
4195	101,4		0,2	32,0	5,3						138,9
6211			2,0	2,4	1888,7	70,4			11,7	0,3	1975,5
6212	2,3		4,4		6,1				201,5		214,3
6213			50,1		51,5	118,7			244,0		464,2
6218			0,3		129,2						129,5
6221			104,6	267,5	473,9	160,5			55,4	164,9	1226,6
6224			36,0		55,4	4,4			273,4	3,5	372,7
6229	269,4		35,6	151,9	505,5	107,0			24,5		1093,7
6258				4,9	169,2	41,7			124,5	389,0	729,1
6259	34,3		3,1		2,2					32,1	71,7
6260			1,0		136,1	171,0				55,0	363,1
Total	422,1	50,4	1469,9	1143,9	10585,1	929,2	53,6	147,0	1768,7	3960,7	20530,4

Insumos por MPP de los camiones Kamaz.

Los insumos o recursos materiales empleados en el MPP constituyen el elemento fundamental que influye en la indisponibilidad en la flota de camiones Kamaz, según se infiere de los intercambios con los trabajadores de la empresa; cuestión sobre la que se puede trabajar a partir de una correcta planificación⁸².

En la Tabla 2.5 se muestra la variedad y cantidad de los mismos. Tal información se empleó para realizar el gráfico de Pareto, que se muestra en las 4 últimas columnas de la referida tabla.

Se considera que cuando el índice de paradas de un equipo no es el deseado y los costos se disparan, se puede actuar, facilitando una mayor rapidez de acción sobre⁸³: el uso o utilización del equipo, el proyecto, los repuestos en calidad y cantidad y las horas * hombre. En particular para los repuestos se recomienda efectuar su normalización y homologación, así como una eficaz gestión. Al menos se conocen 5 índices de control de la gestión de un almacén de piezas de repuesto.

La Ley de Pareto teóricamente establece la relación 20 – 80 (el 20 % de los objetos analizados tienen un impacto conjunto del 80 %), pero no siempre en la práctica el resultado es tan exacto⁸⁴. Las clases de importancia del gráfico de Pareto mostrado se establecieron para los 21 insumos demandados en el MPP del siguiente modo: clase “A” o muchos importantes a los 5 primeros que totalizan el 81,5 % del % acumulado de la demanda; clase “B” o muchos irrelevantes al 80 % restante ($16.8 * 0.8 = 13.44$) que son 13 insumos y clase “C” a los 3 insumos restantes.

El gráfico de Pareto de la Figura 2.3 es una muestra de resultados importantes para la dirección de la empresa. Es una técnica de mejoramiento de procesos sencillos, junto a: histograma, diagrama causa – efecto, hojas de chequeo, gráficos de control, diagramas de dispersión y estratificación. Las mismas fueron propuestas por Kaoru Ishikawa en su libro “Guide de Quality Control”⁸⁵.

Tabla 2.5. Recursos materiales empleados en el MPP.

Insumos	u/m	MPP	RM	No.	Acum.	% No.	% Ac.	Clase
Aceite S 340	L	430	20	450	450	34,80	34,8	A
Aceite Multi A	L	194	29	223	673	17,25	52,0	A
Aceite EP90GL5	L	208	2	210	883	16,24	68,3	A
Aceite EP90GL4	L	96		96	979	7,42	75,7	A
Grasa de copilla	kg	75		75	1054	5,80	81,5	A
Filtro de aceite K	u	60		60	1114	4,64	86,2	B
Filtro de petróleo	u	60		60	1174	4,64	90,8	B
Bloqueo de freno	u	24		24	1198	1,86	92,7	B
Aceite 15W40	L	23		23	1221	1,78	94,4	B
Aceite hidráulico	L	22		22	1243	1,70	96,1	B
Aceite EP90GL15	L		16	16	1259	1,24	97,4	B
Aceite Gst140s340	L	8		8	1267	0,62	98,0	B
Teclas de pizarras	u	6		6	1273	0,46	98,5	B
Filtro de aire	u	5	1	6	1279	0,46	98,9	B
Aceite S 350	L		4	4	1283	0,31	99,2	B
Bombillo 24V-21/5W	u		4	4	1287	0,31	99,5	B
Manilla interior de puerta	u	2		2	1289	0,15	99,7	B
Bombillo 24V-55/50W	u	1		1	1290	0,08	99,8	B
Bombillo 24V-90/100W	u	1		1	1291	0,08	99,8	C
Regulador de voltaje 24 V	u	1		1	1292	0,08	99,9	C
Tape eléctrico de 19 mm	u	1		1	1293	0,08	100,0	C

Insumos por MC de los camiones Kamaz.

Los insumos o recursos materiales empleados en el MC constituyen un conjunto más amplio que el de los requeridos por MPP⁸⁶. Para no hacer extensa la lista se resumen a partir de los sistemas de las máquinas automotrices, en la Tabla 2.6.

Cinco de los recursos utilizados en el MPP, constituyen el 81,5% de los materiales empleados en el MPP.

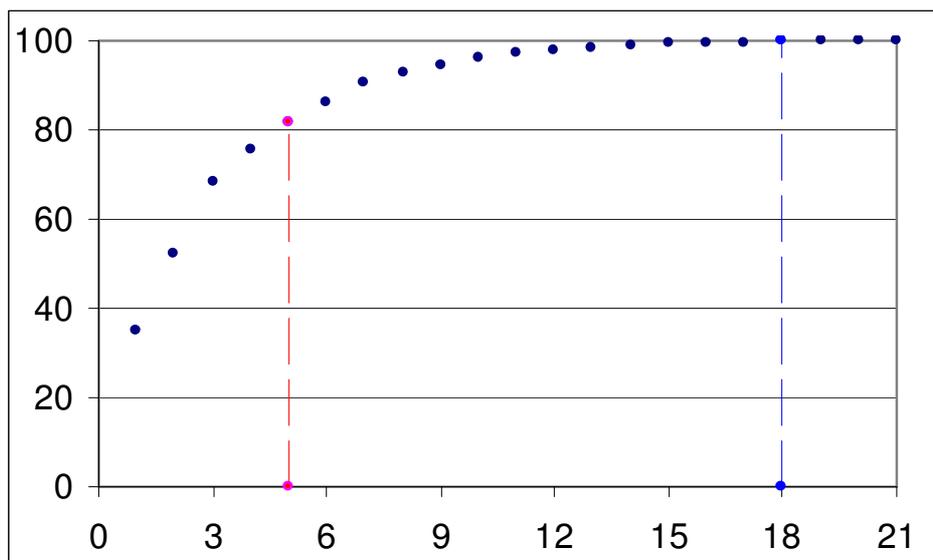


Figura 2.3. Gráfico de Pareto o curva “ABC”.

De los 21 insumos demandados en el MPP existen 5 que tienen un impacto de los 81,5 %, constituidos principalmente por los lubricantes.

Tabla 2.6. Recursos materiales empleados en el MC.

Sistemas:	Renglo- nes:	Consu- mos:	Ejemplos de renglones:
Elementos de máquinas	43	731	Abrazaderas, remaches, correas, sellos, tornillos, tuercas y tapones.
Lubricantes	10	309	10 variedades de aceites.
Sistema eléctrico	52	359	Baterías, bombillos, conductores.
Sistema de suspensión	2	3	Amortiguadores y hojas de muelles.
Sistema de transmisión	25	94	Barras, seguros y retenes de ruedas, válvulas.
Sistema de frenos	18	157	Mangueras, válvulas, diafragma, filtros.
Motor de combustión interna	39	298	Radiador, retenes, mangueras, filtros, plúnyeres, conductos de escape.
Sistema de dirección	2	3	Accionamientos.
Carrocería	27	92	Pinturas de diferentes colores, parabrisas, lijas, espejos retrovisores.
Sistema de rodaje	12	106	Llantas, cámaras y neumáticos.
Soldadura	5	19	Electrodos, chapas y botellones para el oxicorte.
Otros	5	12	Elementos no incluidos anteriormente.
Total:	240		

En este momento se recogen las mejores prácticas de mantenimiento⁸⁷, 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); sobre tiempo menor de 2 % del tiempo total destinado a mantenimiento; y el presupuesto de mantenimiento está dentro del 2 % por pieza de equipo.

2.4. Comportamiento de los indicadores de explotación de los camiones Kamaz.

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 transportaciones⁸⁸.

Dentro del transporte se pueden encontrar varios indicadores para verificar los resultados obtenidos, realizar comparación y definir las medidas a tomar. Estos 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.

2.4.1. Coeficiente de Disponibilidad Técnica (CDT).

El CDT es un parámetro que se debe de llevar en todas las empresas de transporte debido a la importancia que éste requiere: el mismo da la medida de qué por ciento del total de los carros existentes en la entidad se encuentran en las transportaciones de cargas, o disponibles para ejercer su función.

Esto se puede medir en diferentes intervalos de tiempo, ya sean por días, meses y años. Entre mayores sean los valores alcanzados en el coeficiente CDT, mayor será la salud financiera de la empresa y sus ingresos. En el trabajo la disponibilidad se calculó por la Ecuación 2.1.

$$CDT = \frac{\text{Vehículos disponibles}}{\text{Vehículos existentes}} \times 100$$

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 trabajar⁸⁹. El plan de CDT del año 2009 fue de un 49,7 % pues estos vehículos con ya varios años de explotación presentan una mal disponibilidad técnica. En la tabla 2.4 se muestra el comportamiento mensual del coeficiente de disponibilidad técnica de los vehículos Kamaz durante los 2 últimos años⁹⁰.

Tabla 2.4. CDT en los años 2009 y 2010.

Meses	Año 2009	Año 2010
Enero	53,5	54,0
Febrero	60,7	46,0
Marzo	46,4	45,5
Abril	50,0	45,0
Mayo	32,1	38,2
Junio	42,8	41,0
Julio	50,0	60,8
Agosto	53,5	63,2
Septiembre	53,5	60,0
Octubre	60,7	46,0
Noviembre	46,4	50,2
Diciembre	46,4	40,0
Promedio	49,7	49,2

Observando el comportamiento durante el 2010 en un grafico de líneas nos podemos percatar de su proceder, como se muestra en la Figura 2.4.

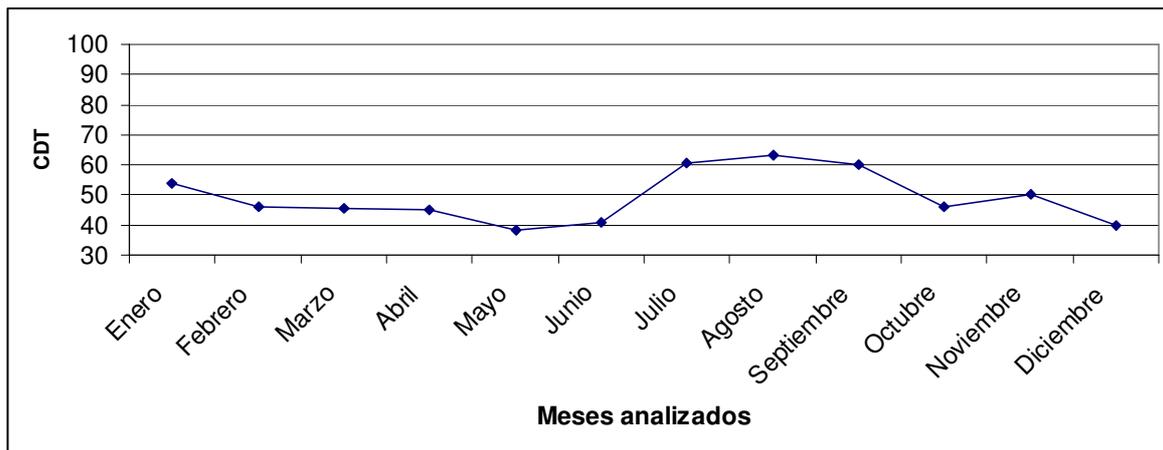


Figura 2.4. Comportamiento del CDT durante el año 2010.

Como se puede apreciar el comportamiento del CDT de los vehículos Kamaz ha sido malo, pues poseen ya más de 2 décadas de explotación; por lo que presentan fallas con más frecuencia que otros que tienen menos años de explotación, como los camiones chinos North Benz, con sólo 3 años de explotación. Los índices durante el año 2009 y 2010 se han mantenido próximos, pero siempre por debajo de un valor aceptable. En eso influye directamente los años de explotación y la falta de piezas de repuesto en el momento de presentarse las eventualidades. La repercusión de estos valores de disponibilidad sobre las tareas de transportación es grande.

A través de los resultados anteriores podemos realizar un análisis sobre la influencia del comportamiento de la Disponibilidad Técnica en la economía de la entidad. El CDT durante el año 2010 tuvo un valor promedio del 49,2 %, y se transportaron 75 021,2 toneladas de carga de un plan previsto de 87 258; quedando por debajo de lo planificado. Este valor de carga trasladada representó para la empresa un ingreso en moneda nacional de \$ 673 909,00. Los detalles de las transportaciones durante al año 2010 se muestran en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5. Resultados de las transportaciones durante al año 2010.

No.	Plan (ton)	Real (ton)	km totales	Con carga	Viajes	Tráfico real	Combus- tible (L)	Ingresos
4135	4510,00	3888,50	19542	15 111	229	258151,73	8 934,95	23 000,61
4136	6620,00	5971,81	26802	23 367	326	431075,83	9 678,24	39 812,47
4138	5660,00	4967,03	21331	17 635	283	311089,01	10 644,94	60 095,72
4139	2960,00	2631,91	18863	11 685	149	203273,21	9 327,67	21 720,03
4152	7680,00	7450,00	19948	17 957	744	180110,00	7 190,28	30 620,52
4163	1580,00	1440,67	7129	5 378	79	97423,86	3 188,16	8 721,96
4170	6700,00	6000,06	24021	21 416	332	386984,12	9 362,91	35 764,41
4175	2448,00	1878,55	17302	13 712	135	178747,03	7 525,50	23 205,42
4180	5390,00	4316,47	27329	14 706	269	250188,03	14 524,57	31 404,77
4182	5320,00	4586,19	23027	12 693	152	378210,16	13 138,10	40 674,13
4189	200,00	186,89	1055	571	10	11158,29	669,22	1 562,33
4195	3210,00	2899,00	9816	8 689	282	87050,20	3 952,06	32 224,10
6211	5010,00	3789,90	33605	31 782	249	461875,60	15 756,16	40 338,10
6212	80,00	67,5	241	128	4	2279,50	322,88	542,5
6213	4480,00	4017,86	19930	17 465	224	298858,90	8 742,91	81 820,50
6218	2450,00	2205,00	5660	5 097	115	96178,50	2 431,12	10 522,80
6221	1980,00	1853,44	14861	7 986	99	149711,83	7 474,33	23 678,93
6224	6600,00	5543,88	26065	17 345	331	297151,22	11 079,52	38 107,37
6229	1300,00	943	10667	10 048	65	145753,00	4 911,07	12 840,60
6232	4360,00	3772,63	27957	16 307	221	281947,22	13 412,99	31 491,73
6258	4040,00	2639,35	28722	22 869	202	280563,12	13 428,74	38 264,95
6259	620,00	544,84	2422	2 018	31	35047,96	1 672,03	9 023,40
4260	4060,00	3426,80	20194	12 735	116	368397,95	9 962,84	38 472,56
Total	87258	75021,2	406489	306700	4 647	5191 226	187 331	673 909

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 podría ser como se expresa en la Tabla 2.6.

Tabla 2.6. Resultados del aumento del CDT en la entidad.

CDT (%)	Toneladas transportadas:	Ingresos:
49,2 (real)	75 021,20	673 909,91
54,0	82 340,42	739 657,21
60,0	91 489,36	821 841,35
65,0	99 113,47	890 328,13
70,0	106 737,59	958 814,91
72,0 (plan)	109 787,23	986 209,62

Como se puede notar en la Tabla 2.6, al aumentar la Disponibilidad técnica hasta alcanzar el plan de la empresa, las toneladas transportadas aumentarán así como los ingresos a la entidad. Mayores ingresos se traducen en estimulación y reconocimiento a la empresa, así como la posibilidad de alcanzar el plan propuesto por sus directivos.

2.4.2. Coeficiente de aprovechamiento del recorrido (β).

Este indicador caracteriza de qué modo y con qué productividad se aprovecha el recorrido, como la relación entre los recorridos con carga y total. Este coeficiente depende de éstos y otros factores: situación de la empresa de transporte y los puntos de cargue y descargue, dirección del movimiento de las cargas que permitan aprovechar el retorno cargado de los vehículos, estructura y compatibilidad del movimiento de las cargas. Por ejemplo: no se pueden transportar alimentos en vehículos cisternas de cemento, etc.

El parque de camiones Kamaz recorrió 406 489 km, de ellos 306 700 km con una carga de 75 021,2 t. Aplicando la anterior fórmula el aprovechamiento del recorrido es de 0,75 (ver Ecuación 2.2).

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

Ecuación 2.2.

2.4.3. Eficiencia energética de las transportaciones (E_f).

La eficiencia energética es uno de los indicadores más importantes para evaluar la eficiencia. Desde la visión de aprovechamiento del combustible, define su

rendimiento en función de la producción (L / t·km). La eficiencia energética de un vehículo depende, además de aquella implícita en su diseño y de la impuesta por las condiciones del tráfico, los hábitos de conducción, el nivel de mantenimiento y el consumo específico efectivo de combustible. (ver Ecuación 2.3).

$$E_f = \frac{C}{P} \quad \text{Ecuación 2.3.}$$

Durante el año 2010 los 23 camiones Kamaz de la Empresa SERVICAR consumieron un total de 187 331 litros de diesel, recorriendo 406 489 kilómetros, de ellos 306 700 con carga, para un tráfico de 5 191 226 t·km; por lo que el valor de eficiencia energética para las transportaciones realizadas es de 0,036 L / t·km.

2.4.4. Consumo de combustible (km / L).

Una de las tendencias actuales es producir vehículos que consuman menos combustible, y también es de interés por cada empresa transportista chequear los consumos de éste portador energético. Su comportamiento se puede verificar por el índice Consumo de Combustible, que define el uso del combustible en función del recorrido total de los equipos. Durante el año 2010 los Kamaz en sus actividades recorrieron un total de 406 489 kilómetros, consumiendo 187 331 litros de diesel.

$$C_c = \frac{km.totales}{C} \quad \text{Ecuación 2.4.}$$

Obtenemos que el consumo de combustible, considerando los kilómetros totales recorridos, posee un valor de 2,37 km / L. Una manera de evaluar el comportamiento de estos indicadores es comparándolos con parques de vehículos iguales que se dedique a transportar cargas similares. Los camiones North Benz, aunque no son equivalentes en cuanto a características del motor, si transitan por las mismas rutas, transportan cargas similares y son conducidos por conductores con experiencias similares. La comparación se muestra en la Tabla 2.7.

Tabla 2.7. Comparación de los indicadores de explotación del transporte.

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

2.5. Análisis energético de los camiones Kamaz.

Teniendo en cuenta los valores de CDT son consecuencia de las tantas eventualidades que se presentan en las actividades de transportación, se propone chequear cotidianamente los vehículos con sus sistemas, con el objetivo de garantizar el buen funcionamiento del equipo, así como el máximo aprovechamiento de la potencia. Incrementar los valores de disponibilidad del parque se traduce en aumentos de ganancias la empresa, lo que redundará en estimulación a la entidad y personal.

Un aprovechamiento del recorrido de 0,75 es un valor que se considera bueno⁹¹, pero éste podría aumentarse fortaleciendo la estructura del movimiento de las cargas, coordinando de tal manera los viajes que éstos vehículos sólo recorran la menor cantidad posible sin carga, conjugar también los viajes de tal manera que el transporte de carga empleado pueda adaptarse a la necesidad de la carga a transportar. El consumo de combustible se mantiene cerca de los valores normados por catálogo para las máquinas, pero el momento histórico que vive no sólo el país, sino el mundo en su totalidad, con respecto a los combustibles exige el mayor aprovechamiento de éste.

Con una política energética que comenzara por facultar por medios de cursos a los operarios aunque posean varios años de experiencias, los índices de ahorro incrementarían en valores aproximados, como se reflejan en la tabla 2.7. Consecuencia de lo anterior, la eficiencia energética, también estaría a la altura de las exigencias del momento histórico con respecto a la energía que vive Cuba.

2.6. Valoración económica y ambiental de la propuesta planteada.

La consideración de las condiciones de explotación ante las cuales se enfrentan los vehículos, ha permitido realizar sugerencias en base a los resultados mostrados por los análisis realizados. Contribuyendo éstos, junto a una propuesta de existencias de

insumos de mantenimiento, a mejorar el funcionamiento de las máquinas, prolongándole la vida útil y aumentando su disponibilidad técnica, lo cual contribuye directamente en un aumento de ingresos a la empresa. Esto repercutirá en ahorro de diesel, el cual es adquirido por un precio de 0,70 CUC, ya que las máquinas funcionarán dentro de los límites más favorables de acuerdo con las condiciones de explotación, además de contar con un Mantenimiento Preventivo Planificado que garantizara un menor costo de reparación.

Otro de los aspectos que se han tenido en cuenta en este trabajo, ha sido la sostenibilidad ambiental, conociendo que el mundo se enfrenta a la necesidad de hacer un alto al consumo ilimitado de los recursos, como vía de salvar el planeta⁹². Se ratifica que es un deber de todos los ciudadanos contribuir a la protección del agua, la atmósfera, la conservación de los suelos, la flora, la fauna y el uso racional de los recursos, así como la lucha sistemática en contra de las causas y condiciones que originan la contaminación.

En nuestro proyecto se ha mantenido vigente el principio trazado por nuestro país: la empresa SERVICAR propulsa nuestros valores éticos en cuanto a la política ambiental a seguir, identificando las mayores fuentes de contaminación producto a las acciones del mantenimiento en una entidad, como son las siguientes:

- Vertimientos de lubricantes en las áreas de reparación y mantenimiento.
- Acumulación de desechos sólidos producto a los cambios de dispositivos de máquinas por otros como neumáticos, bombillos, etc.
- Otros de las fuentes contaminantes que en ocasiones no se consideran son los ruidos vibraciones y gases contaminantes, como el monóxido de carbono - CO y dióxido de carbono - CO₂.

Los lubricantes que se desechan en los talleres de la entidad, producto al cambio de las cajas de marchas y al cárter del motor, son arrojados en una fosa la cual posee una trampa de grasa que se limpia mensualmente. De allí son empleados por otras entidades (CUPET o Porcino), los cuales los aprovechan, respetando siempre la sostenibilidad del medio ambiente. Los vehículos de la entidad se chequean en el sistema de inspección vehicular (conocido por Somatón), lo cual garantiza que los equipos que circulen no tengan derrames o fugas de contaminantes.

Así también los neumáticos que se cambian son enviados a recauchotar para aprovecharlos nuevamente, si estos luego de ser utilizados no son adecuados para emplearse nuevamente, se almacenan como materia prima de otros procesos.

Los talleres están provistos de un gran espacio por donde circula buena ventilación natural, drenando de ésta manera los ruidos y gases tóxicos como el CO, que podría afectar la salud de los trabajadores de instalaciones similares.

2.7. Contribución de este proyecto a la defensa de la Patria.

La Empresa SERVICAR posee todo un conjunto de medidas que se tomarán en una situación excepcional. Para esto cuenta con las distintas misiones de la Defensa Civil, que se podrán en marcha ante una posible agresión o situación específica, que requieran una movilización de los recursos de la entidad.

Con éste trabajo se contribuye de manera significativa a la defensa de nuestra provincia y a mantener en vigencia nuestras conquistas, ya que éste trabajo ayudará de manera relevante a mantener los camiones Kamaz en disposición para poder enfrentar cualquier tarea asignada por la alta Dirección del país.

Un análisis de fallas y una segura política de mantenimiento permite encontrar el mayor número de camiones disponibles⁹³, para enfrentar tareas como:

- Transportación carga a entidades de la Batalla de Ideas y la Canasta Básica.
- Transportar técnica militar: fusiles, proyectiles y armamento más pesado (obuses).
- Evacuación de personal hasta zonas seguras de bombardeos y sus incendios.
- Garantizar el abastecimiento de agua y alimentos al personal civil y de guerra.
- Transporte de fuerzas y medios militares hacia las zonas estratégicas.

De tal manera se hace notar la contribución del proyecto a la defensa de la Patria. Tal contribución se podría resumir en asegurar la disponibilidad de las máquinas automotrices para enfrentar cualquier tarea asignada por la entidad o la Revolución.

Conclusiones del capítulo.

Se analiza que las condiciones de explotación de las rutas empleadas afectan negativamente a los camiones Kamaz de la empresa SERVICAR Holguín, cuyo régimen de mantenimiento es perfectible a partir de garantizar las existencias de los insumos requeridos en cada tipo de mantenimiento. El comportamiento de los indicadores de explotación es aceptable en general, siendo reconocido por la Dirección de la Unión de Camiones (UDECAM), organismo central de la empresa mencionada.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Al finalizar el presente trabajo podemos arribar a las conclusiones siguientes:

1. El estado desfavorable en el que se encuentran las rutas por donde circulan los camiones incide directamente en que exista un descenso de la disponibilidad técnica de los camiones Kamaz, por lo que la velocidad técnica se limita a lo sumo a unos 45 km / h cuando el vehículo va multiplicado y unos 55 km / h cuando va sin multiplicar. Tales valores fueron determinados mediante el análisis de la característica tractiva construida, por lo que se determinó satisfactoriamente la respuesta dinámica de los camiones.
2. El comportamiento del Coeficiente de Disponibilidad Técnica (CDT) de los camiones Kamaz a lo largo del año 2010 no ha estado a la medida de los valores mínimos que se consideran como buenos, teniendo una calificación de mal. Como promedio el CDT a lo largo del año ha estado en un valor de 49,2 %. Estos números constatan la poca disponibilidad del parque para cumplir con los objetivos de la entidad.
3. El recorrido con carga se está aprovechando dentro de valores aceptables para éste tipo de transportación, con un valor de 0,75 durante el 2010. De igual modo el índice de eficiencia energética y consumo de combustible presentan valores aceptables de 0,036 L / t.km y 2,16 km / L respectivamente.
4. El régimen de mantenimiento es perfectible a partir de garantizar las existencias de los insumos requeridos en cada tipo de mantenimiento.
5. El aprovechamiento medio del tiempo en taller de los vehículos registra valores de 69,50, consecuencia en muchos casos de la falta de ítems en el momento de las eventualidades.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

Se recomienda:

1. Estudiar a profundidad hasta determinar la relación entre las características técnicas y el desempeño en las condiciones concretas de la empresa, de los sistemas y elementos de los camiones que más fallaron.
2. Conocer la logística requerida para el MPP y el MC en la empresa, para establecer una adecuada política de gestión de aprovisionamiento.
3. En el ámbito del transporte de carga: promover una correcta mantención mecánica de los vehículos, capacitar a los conductores en técnicas de conducción eficiente, implementar medidas de gestión eficiente de flotas y reducir las ineficiencias dentro de la cadena logística nacional.
4. Gestionar un stock de piezas con anterioridad para garantizar una respuesta rápida a las fallas de las máquinas, manteniendo así la disponibilidad técnica (CDT).

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA.

- ¹ Ministerio de Fomento. Configuración del sector transporte en España: análisis económico empresarial, mapa ocupacional y mapa formativo. 481 p. 21-8-2003. Ministerio de Fomento.
- ² Kenneth Wark y Cecil Warner. Contaminación del aire. Origen y control. Universidad de Purdue. Limusa Noriega Editores. México, 1997. 637 p.
- ³ Ministerio de Fomento. Buenas prácticas medioambientales. 4-2-2005. 18 p. Anexos. España.
- ⁴ SIECA. Estudio Centroamericano de Transporte. Informe de síntesis, Plan Maestro de Transporte 2001-2010. 1-2-2001. 226 p.
- ⁵ Vázquez Noriega, Adelina. Avanza La Habana en reordenamiento del transporte. Diario Granma 9 de abril de 2010. Año 14 / Número 99. <http://www.granma.cubaweb.cu/2010/04/09/nacional/artic33.html> [Consultado: 23 febrero 2011].
- ⁶ República de Colombia. Ministerio de Transporte. Situación actual de las empresas de servicio público de transporte de carga. Dirección General de Transporte Terrestre Automotor, Subdirección Operativa de Transporte Automotor, Grupo de Estudios de Carga. Bogotá, D. C., Septiembre de 2001. 62 p.
- ⁷ Organización de los Estados Americanos. Unidad de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Estudio de Integración Regional en el Transporte de Carga - Informe Final – Resumen. Uruguay. 1999. 189 p. <http://www.oas.org/usde/publications/Unit/oea75s/begin.htm> [Consultado: 13 septiembre 2000].
- ⁸ Pérez Navarro Lourdes, Varela Pérez Juan. Recuperar el transporte es vital para el desarrollo del país. <http://www.habanaupec.cubasi.cu/ciencia-tecnica/transporte.htm> [Consultado: 15 marzo.2011].
- ⁹ María Cortés, Elsa. Política para el transporte. <http://www.radiorebelde.cu/noticia/politica-para-transporte-20110112.htm> [Consultado: 8 junio.2011].
- ¹⁰ Lage Dávila, Carlos. Proyecto de Resolución Económica al V Congreso del Partido Comunista de Cuba. La Habana; Congreso del PCC, 1997.

- ¹¹ García Cárdenas, Isaac. Ahorrar ahora. <http://www.solvision.co.cu/index.php/200909041129/Portada/ahorrar-ahora.html> [Consultado: 23 febrero 2011].
- ¹² SERVICAR Holguín. Manual de calidad 2006. Año 2006.
- ¹³ Creative Commons. KAMAZ. http://www.carsdirectory.net/gallery/kamaz/53212/1999/kamaz_53212_1124350_p.htm [Consultado: el 4 de abril del 2011].
- ¹⁴ Wikipedia, la enciclopedia libre. Kamaz. <http://es.wikipedia.org/wiki/Kamaz>. [Consultado: el 4 de abril del 2011].
- ¹⁵ AutoTruckMotors. Kamaz. <http://www.kamamotors.com/trucks.php?c=3&kamaz=53212> [Consultado: el 4 de abril del 2011].
- ¹⁶ AutoTruckMotors. Kamaz. <http://www.kamamotors.com/trucks.php?c=3&kamaz=54112> [Consultado: el 4 de abril del 2011].
- ¹⁷ AutoTruckMotors. A range of models and modifications of KAMAZ trucks. <http://www.kamamotors.com/> [Consultado: el 4 de abril del 2011].
- ¹⁸ Navarro Ojeda, Marcelo. Clase metodológica instructiva optando por la categoría docente de profesor titular. Universidad de Holguín “Oscar Lucero Moya”. Holguín, 2002. 55 p.
- ¹⁹ Portuondo Pichardo, Fernando M. [1985]. Economía de Empresas Industriales. Parte II./ Editorial Pueblo y Educación. La Habana, 355 p.
- ²⁰ Bonet, Carlos. Fiabilidad de las Máquinas Automotrices e Industriales. Monografía, Facultad de Ingeniería Mecánica, Departamento de Explotación del Transporte, ISPJAE, 12 de Mayo del 2006. 74 p.
- ²¹ Luna, Higinio. “Explotación técnica de automóviles”. Ed. ENPES, La Habana, 1982.
- ²² 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. 2011.
- ²³ Castillo Ascencio, Orlando. CUJAE. Tesis doctoral.
- ²⁴ Camargo, Javier y Hernández Amalio. Operaciones en el transporte. Editorial de Ciencias Sociales La Habana 1989. 61-70 p.

- ²⁵ 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.
- ²⁶ Eugenia Sozontova, Amanda Delgado Montiel, Germán Vaquero Hernández y Enrique Vega Lage. Reparación del automóvil. 278 p. Editorial Pueblo y Educación. Ministerio de Educación, 1982.
- ²⁷ Jorge Fernández, Julio Matos, Raúl Prim. Sistema de mantenimiento preventivo planificado. Editorial Pueblo y Educación. 1986. 337 p.
- ²⁸ NC 92-10.
- ²⁹ Bonet Borjas, Carlos Manuel. Modulo Fiabilidad de las Máquinas Automotrices e Industriales. La Habana; ISPJAE, 2006. 74 p.
- ³⁰ Villarán Vázquez, Javier. IPN. Escuela Superior de Comercio y Administración. Sección de Estudios de Posgrado e Investigación. El mantenimiento como generador de innovación tecnológica en la efectividad de la empresa, estudio de casos. Dr. Edmundo Resenos Díaz. MÉXICO, D. F. 05-2005. 179 p.
- ³¹ Yamada Fujiyoshi, Jorge Toshio. IPN. ESCA. Sección de Estudios de Posgrado e Investigación. Desarrollo de un modelo de calidad para la administración del mantenimiento industrial. Tesis que para obtener el título de maestro en ciencias en la especialidad de administración de negocios. 160 p.
- ³² Palacios, Yerson. Tipos de mantenimientos. <http://checo400.blogspot.com/2009/02/tipos-de-mantenimientos.html> [Consultado: 20 mayo 2011].
- ³³ Hidalgo Batista, Elio y Rigol Cardona, Buenaventura. Fallos, modos de fallos y técnicas para evaluar el estado técnico de los motores de combustión interna. Facultad de Ingeniería Mecánica. Departamento de Ingeniería Mecánica, UHO, 2010. 12 p.
- ³⁴ Batista Rodríguez, Carlos. Clases de la asignatura mantenimiento. septiembre de 2010. Universidad de Holguín. Holguín, Cuba.
- ³⁵ Palacios, Yerson. Gestión de Mantenimiento. <http://gesmant.blogspot.com/2007/11/aspectos-cadena-de-falla.html> [Consultado: 23 febrero 2011].

- ³⁶ 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. 2008. 77 p.
- ³⁷ Beatón Trujillo, Yoandri. Estudio de fallos en cuñas tractoras marca Renault, de la Filial de Transporte de Almacenes Universales S. A., Sucursal Holguín. 2008. 101 p.
- ³⁸ FACA. El financiamiento a largo plazo. <http://www.facafinanzas.blogspot.com/> [Consultado: 15 abril 2011].
- ³⁹ EQUIPO TRANSMARKET. Transporte Sustentable y Eficiente. http://blog.transmarket.cl/2010/11/estrategias-para-la-gestion-eficiente_10.html. [Consultado: 23 febrero 2011].
- ⁴⁰ Grupo Glion. Mantenimiento y seguridad. <http://glion04.blogspot.com/2009/11/departamento-de-mantenimiento.htm> [Consultado: 20 mayo 2011].
- ⁴¹ Molina, José. Mantenimiento y seguridad industrial. <http://www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml> [Consultado: 7 mayo 2011].
- ⁴² Molina, José. Necesidad de Organización. <http://www.monografias.com/trabajos11/mpt/mpt.shtml> [Consultado: 20 mayo 2011].
- ⁴³ Quevedo Bracho, Jhonny. Mantenimiento y seguridad industrial. <http://jhonnyq1.espacioblog.com/post/2007/07/15/mantenimiento-y-seguridad-industrial-mantenimiento-correctivo-hm> [Consultado: 20 mayo 2011].
- ⁴⁴ López Milán, Esteban. Comportamiento del indicador eficiencia energética de las transportaciones en la Empresa Azucarera “Fernando de Dios”. Holguín; Universidad de Holguín “Oscar Lucero Moya”, 2001.
- ⁴⁵ Venega Zequeira, Armando. Implementación de una política de mantenimiento Preventiva Planificada y su sistema de mantenimiento, en el parque automotriz de la Universidad de Holguín “Oscar Lucero Moya”. Curso 2008 – 2009. 50 p.
- ⁴⁶ Daquinta Gradaille, Lázaro. Libro de texto: “Mantenimiento y reparación de la maquinaria agrícola”. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Universidad de Holguín. Holguín, 1998. 44 p.

- ⁴⁷ Juárez, Benito. Aplicación de Sistemas de Información a la Ingeniería de Mantenimiento Industrial. 13-11-2005. http://www.wikilearning.com/aplicacion_de_sistemas_de_informacion_a_la_ingenieria_de_mantenimiento_industrial-wkc-7061.htm. Capítulo 5. ¿EL MANTENIMIENTO DE HOY O DEL FUTURO? Consultado: 11 de Enero de 2007.
- ⁴⁸ Víctor Islas Rivera, Guillermo Torres Vargas y César Rivera Trujillo. Productividad en el transporte mejicano. Instituto Mejicano del Transporte. Méjico. 2002. 129 p.
- ⁴⁹ Wall, Francis. Mantenimiento. <http://www.reparacion-de-electrodomesticos.com/resultados/index.html> [Consultado: 20 mayo 2011].
- ⁵⁰ Oceanica Logistics, Group. Tipos De Mantenimiento. <http://www.mitecnologico.com/Main/TiposDeMantenimiento> [Consultado: 20 mayo 2011].
- ⁵¹ Prando, Raúl. Manual de Gestión de Mantenimiento a la Medida. Editorial Piedra Santa: Guatemala. 1996. 104 p. P. 65.
- ⁵² Gutiérrez Pulido, Humberto. Calidad Total y Productividad. 2003. P. X.
- ⁵³ Latino, Charles. Calidad del Proceso y el Análisis de Causa Raíz. Parte 2. 2001. 3 p.
- ⁵⁴ Cabrera Gómez, Jesús. P. 1. Indicadores Clase Mundial. 2003. 7 p.
- ⁵⁵ Woodhouse, John. Asset Management. 2001. 7 p.
- ⁵⁶ Mantenibilidad. Jezdimir Knezevic. Isdefe. Madrid, España. 1-2-1996. 207 p. P. 24.
- ⁵⁷ Zabiski Duardo, Erol Isaac. El triángulo de la gestión del mantenimiento, a través de un Enfoque de sistema. Revista ConGestión. CEIM, CUJAE. La Habana, Cuba. No. 001 / 2004. 5 p.
- ⁵⁸ WIDMAN Internacional Banner. *Mantenimiento de Camiones Pesados*. Disponible en: <http://www.widman.biz/Mantenimiento/Camion/camion.html>. Consultado el: 15 de Diciembre del 2010.
- ⁵⁹ Carrera de Asistente directivo en San Martín Texmelucan. Asistente Directivo. http://asditex.blogspot.com/2007_05_01_archive.html [Consultado: 23 febrero 2011].
- ⁶⁰ González Fernández, Francisco Javier. Las cinco bases para mejorar la eficiencia del Departamento de Mantenimiento. Universidad Carlos III de Madrid, España.
- ⁶¹ Miranda Miranda, Juan José. Administración financiera en la gerencia de proyectos. 18 p. 2005.

- ⁶² 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. Manual normativo. 48 p. 14-12-2001.
- ⁶³ Keller, Gordon y James Sherar. Ingeniería de Caminos Rurales. Guía de Campo para las Mejores Prácticas de Administración de Caminos Rurales. Instituto Mexicano del Transporte. 9-2004. 181 p.
- ⁶⁴ Valle Paneque, Yosvani (director de operaciones). Consulta a experto. Holguín. 2010.
- ⁶⁵ Backhoff Pohls, Miguel Ángel. Transporte y espacio geográfico. Una aproximación geoinformática. Universidad Nacional Autónoma de México. 2005. 204 p.
- ⁶⁶ Szczepaniak, Cesary y Aragón, Rigoberto. Teoría del automóvil. Editorial Pueblo y Educación. La Habana 1992. 276 p.
- ⁶⁷ Servicar Holguín. Manual de operaciones. 25 p. 2009.
- ⁶⁸ Ramirez Rodríguez, Luis A (Jefe Departamento GPS). Consulta a experto. Holguín. 2010.
- ⁶⁹ Delor, Thomas. 30-4-2008. The new rules of driving: How to use momentum instead of fuel to move your car. 11 p.
- ⁷⁰ Benedict, John T. y otros. Section 11 – Transportation. 135 p. En: Marks' Standard Handbook for Mechanical Engineers. 10th Edition. 20-10-2003.
- ⁷¹ López Milán, Esteban y Sanfort Navarro, Julio. "Sistema TRACTIVA Versión 2.1". La Habana, 2001. (Registro de obra protegida: 07678-7678).
- ⁷² Kreith, Frank y otros. Chapter 10 Transportation. 46 p. En: Mechanical Engineering (Handbook). 9-7-2008.
- ⁷³ Fábrica de Automóviles de KÁMA. Manual del Kamaz. 150 p. 1983.
- ⁷⁴ Kutz, Myer. Mechanical Engineers' Handbook. Second Edition. Myer Kutz Associates, Inc. Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons Inc. 2293 p. New York. 27-2-2003.
- ⁷⁵ EQUIPO TRANSMARKET. Transporte Sustentable y Eficiente. http://blog.transmarket.cl/2010/11/estrategias-para-la-gestion-eficiente_10.html. [Consultado: 23 febrero 2011].
- ⁷⁶ Ford Motors Corporation. Manual Ford del Automóvil. 196 p. 17-9-2000.

- ⁷⁷ 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>
- ⁷⁸ 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>.
- ⁷⁹ EQUIPO TRANSMARKET. Transporte Sustentable y Eficiente. http://blog.transmarket.cl/2010/11/estrategias-para-la-gestion-eficiente_10.html. [Consultado: 23 febrero 2011].
- ⁸⁰ EQUIPO TRANSMARKET. Transporte Sustentable y Eficiente. http://blog.transmarket.cl/2010/11/estrategias-para-la-gestion-eficiente_10.html. [Consultado: 23 febrero 2011].
- ⁸¹ ISO. ISO 14224. International standard: petroleum and natural gas industries- collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment.
- ⁸² ¿Cómo realizar un plan para las compras teniendo en cuenta los inventarios? <http://www.gestiopolis.com/dirqp/fin/gestion.htm>. [Consultado: febrero 2001].
- ⁸³ Hernández Cruz, Eugenio. Sistema de cálculo de indicadores de mantenimiento. CEIM, ISPJAE. Trabajo de diploma. 2000. 98 p.
- ⁸⁴ Fernández Hatre, Adolfo. Técnicas básicas de calidad. Centro para la Calidad en Asturias e Instituto de Fomento Regional. Principado de Asturias. 15-4-2004. 65 p.
- ⁸⁵ Cantú, Marcos. 2da Edición. 2001. 376 p.
- ⁸⁶ Rigol Cardona, Buenaventura. Estudio del régimen de mantenimiento de una flota de camiones Kamaz en la provincia Holguín durante el año 2010.
- ⁸⁷ Ricky Smith. Las mejores prácticas de mantenimiento. 16 p. 27-4-2003. Life Cycle Engineering.
- ⁸⁸ 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/>.
- ⁸⁹ Núñez Ricardo, Zoila. (Ing. Especialista Dirección Técnica) Consulta a experto. Holguín. 2010.
- ⁹⁰ SERVICAR Holguín. Órdenes de trabajo. T 4. Año 2010.
- ⁹¹ Milanés Lahera, Rafael (Director Técnico) Consulta a experto. Holguín. 2010.

⁹² IPN. Pilas y baterías. ¿Qué hacer con residuos tóxicos tan comunes? 6 p. 1-8-2007.

⁹³ MINFAR. Centro de Investigación y Desarrollo de Tanques y Transporte. Manual de diagnóstico técnica de los carros militares. Ciudad de La Habana, 2004. 227 p.

ANEXOS

ANEXOS

Anexo 1: Ciclo de MPP para los Kamaz según kilómetros recorridos.

Km	Tipo de Mantenimiento
4 000	No.1 Cambio de Aceite
6 000	Revisión
8 000	No.1
10 000	Revisión
12 000	No.2 Cambio de Aceite Cambiar filtro de aceite, cambiar filtro de combustible, Revisar y sustituir si es necesario el filtro de aire.
14 000	Revisión
16 000	No.1
18 000	Revisión
20 000	No.1
22 000	Revisión
24 000	No.3 Cambio de aceite de la Caja de Marcha, cambio de filtro, cambio de caja y diferencial. Revisar inyectores, cambiar agua al sistema, prueba funcionamiento, Rotar neumático, cambiar aceite a la dirección Hidráulica, régimen de carga, tramar dirección.
26 000	Revisión
28 000	No.1
30 000	Revisión
32 000	No.1
34 000	Revisión
36 000	No.2 Cambio de aceite de la Caja de Marcha, cambiar filtro de aceite, cambiar filtro de combustible, revisar y sustituir si es necesario el filtro de aire.
38 000	Revisión
40 000	No.1
42 000	Revisión
44 000	No.1
46 000	Revisión

48 000	No.4 Cambio de Aceite, cambio de grasa caja y diferencial, cambiar aceite dirección hidráulica. Empaque de Rueda, cambio de inyectores, compresor, Motor de Inyección, Motor de Arranque, alternador, cambiar agua al sistema neumático, revisar régimen de carga, tramar dirección.
--------	--

Anexo 2: Camión Kamaz Modelo 54-112.



Anexo 3: Camión Kamaz Modelo 54-112.

