



UNIVERSIDAD PINAR DEL RÍO

Í HERMANOS SAIZ MONTES DE OCAÍ

FACULTAD DE GEOLOGÍA Y MECÁNICA

DEPARTAMENTO DE MECÁNICA

TRABAJO DE DIPLOMA

**TÍTULO: *Í EVALUACIÓN TÉCNICO DE LA REMOTORIZACIÓN DEL CAMIÓN
KAMAZ CON MOTOR Y CAJA DE VELOCIDADES MERCEDES
BENZÍ.***

AUTORES:


- GLADYS PAOLA CHACÓN YÁNEZ
- SEGUNDO OLMEDO TOAPANTA TOAPANTA

TUTORES:

- ING. JUAN A MÉRIDA
- ING. VÍCTOR POZO

*****Pinar del Río 26 de marzo del 2009*****

*****Año 50 de la Revolución*****



Your complimentary use period has ended.
Thank you for using PDF Complete.

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

AGRADECIMIENTOS



Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

AGRADECIMIENTOS

- A Dios y a mis padres por haberme dado la vida, confiar en mí y apoyarme incondicionalmente durante el transcurso de mi vida.
- A mis hermanos: Israel, Darío, Daniela y Mateo, quienes me han brindado su apoyo moral y económico para mi realización personal y profesional.
- A Olmedo Toapanta que mas que mi compañero de tesis a sabido ser como un hermano para mi durante el lapso de nuestra carrera universitaria.
- A todas las personas que me apoyaron moralmente durante mi carrera.

(PAOLA CHACÓN)

AGRADECIMIENTOS

- Quiero hacer público mis agradecimientos a Dios, de manera especial a mis padres quienes son los seres que más quiero y que en todo momento me han apoyado en lapso de mi carrera.
- Agradecerle a la madre de mi hija Maribel Guanoquiza que es la persona que más amo, por estar conmigo siempre apoyándome y brindándome su ayuda incondicional.
- A mis hermanos Fabián, Reinaldo, Manuel y Klever quienes me han apoyado emocionalmente y económicamente durante mi preparación académica.
- A mi compañera de tesis Paola Chacón ya que juntos hemos trabajado y hecho realidad nuestro sueño.
- A Cecilia Guanoquiza quien ha sido como mi segunda madre, por su confianza y por su apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera.
- A los establecimientos educativos y profesores que han hecho de mi ahora ya un nuevo profesional.
- A mi familia por su apoyo moral durante mi vida personal y estudiantil.

(OLMEDO TOAPANTA)




Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Técnica de Cotopaxi, por contribuir en nuestra formación profesional y brindarnos la oportunidad de culminar nuestra carrera, en la hermana República de Cuba mediante sus convenios internacionales.
- A la Universidad Pinar del Rio, por su acogida y por brindarnos las facilidades para realizar nuestro trabajo de diploma.
- A nuestros tutores Juan Antonio Mérida y Víctor Pozo; por su enseñanza, su amistad, compañerismo, orientación y guiarnos en esta etapa tan importante de nuestra carrera profesional.
- A la empresa Soluciones Mecánicas (SOMEK) por permitirnos realizar las prácticas pre-profesionales y el trabajo de diploma en sus instalaciones.
- A nuestros amigos que de una u otra manera han contribuido en la realización de este trabajo.

(PAOLA Y OLMEDO)



PDF Complete

*Your complimentary use period has ended.
Thank you for using PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

DEDICATORIA


DEDICATORIA

- Este trabajo de diploma lo dedico con el más profundo sentimiento de amor a Dios, mis padres, mis hermanos, mi novio, mi familia, amigos, compañeros y personas en general, que han sabido impulsar mi carrera estudiantil y que gracias a ello he logrado culminar con éxito mi meta.

(PAOLA CHACÓN)

- Dedico este trabajo investigativo a mis queridos padres los seres que más quiero, respeto y gracias a ellos estoy en este mundo.
- A Maribel Guanoquiza, la persona que admiro y adoro desde lo más profundo de mí ser.
- A mi hijita Rubí Toapanta quien es mi razón de vivir.
- A mis hermanos quienes siempre estuvieron conmigo compartiendo alegrías y tristezas.

(OLMEDO TOAPANTA)



PDF Complete

*Your complimentary use period has ended.
Thank you for using PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

RESUMEN

RESUMEN

En este trabajo se realiza una evaluación técnica de la remotorización de un camión Kamaz con motor y caja de velocidades Mercedes Benz de la empresa Viales de Pinar del Río realizado en la Empresa Soluciones Mecánicas del propio municipio.

Esta evaluación parte de la determinación de los parámetros tractivos y el cumplimiento de la condición de patinaje, representados en la característica tractiva, se realizó además la determinación del índice de consumo (l/100 km) del camión remotorizado, obteniéndose un ahorro de 3 litros por cada 100 km con relación al camión Kamaz original.

Se comprueba la suspensión delantera y el sistema de frenado para las nuevas condiciones del camión remotorizado, arrojando resultados positivos en ambos casos.

El costo de la remotorización, calculado por la ficha de costo propuesta por la empresa SOMEK y aprobada por el Ministerio de Finanzas y Precios, asciende a \$4401,15 si tenemos en cuenta que el valor de un camión Kamaz en el mercado internacional oscila alrededor de los 35 mil dólares viéndose a las claras la ventaja del proceso de remotorización de las máquinas automotrices.



PDF Complete

*Your complimentary use period has ended.
Thank you for using PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

ABSTRACT

ABSTRACT

In this work is carried out a technical evaluation about the change of the originals engine and transmission in a truck Kamaz using an engine and transmission Mercedes Benz. The truck's owner is the Pinar del Rio Railroad Company and the job was made in SOMEK, a company specialized in to offer maintenance and overall repairs to the motor vehicles in their installations.

This evaluation find the tractive parameters and the skating condition, represented by the vehicle's tractive characteristic, it was also performed the determination of the consumption of fuel (l/100 km), saving 3 liters by each 100 km in relationship with the original Kamaz using its original items.

In addition, was proven the front suspension and the braking system for the new conditions of the truck, achieving positive results in both cases.


The cost of the replacement, calculated by the cost record proposed by the SOMEK Company and approved by the Ministry of Finances and Prices (MoFP), ascends at only \$4401,15 CUP, keeping in mind that the value of a truck Kamaz in the international market oscillates around the \$35,000.00 USD, is very clear the positive advantage of that process in any kind of motor vehicles.

ÍNDICE

DISEÑO INVESTIGATIVO	1
CAPÍTULO I: ANTECEDENTES	
I.1 ANTECEDENTES	2
I.2 MARCO TEÓRICO	5
I.2.1 Características exteriores de los Motores de Combustión Interna (MCI)	5
I.2.2 Dinámica de las máquinas automotrices	7
I.2.3 Economía de consumo de las máquinas automotrices	13
I.2.4 Dimensiones del vehículo	16
CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS	
II MATERIALES Y MÉTODOS	18
II.1.1 Características técnicas del motor OM-366A y camión Kamaz 4301 (TURBO)	21
II.2.1 Característica exterior de velocidad	21
II.2.2 Conceptos fundamentales	21
II.2.2.1 Momento torsor	21
II.2.2.3 Elasticidad del motor	22
II.2.2.4 Potencia efectiva del motor	23
II.2.2.5 Consumo específico del combustible	24
II.3 Característica tractiva	25
II.3.1 Condición de patinaje	26
II.3.2 Velocidad máxima de traslación de un vehículo	27
II.3.3 Fuerza de resistencia aerodinámica	28
II.3.4 Fuerza de resistencia del camino	29
II.3.5 Determinación de la fuerza tractiva y el valor de la velocidad de traslación que le corresponde por cada marca de la caja de velocidad	29
II.3.6 Pendiente máxima de ascenso	31
II.3.7 Aceleración máxima	31
II.4 Consumo de combustible	32
II.5 Sistema de suspensión y frenado del camión Kamaz	34

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

del camión Kamaz...	34
II.5.1.1 Elementos que componen los sistemas de suspensión	35
II.5.1.2 Cálculo de comprobación del sistema de suspensión delantero	36
II.5.2 Sistema de frenado	37
II.5.2.1 Accionamiento neumático del sistema de frenado	38
II.5.2.2 Cálculo de comprobación del mecanismo de freno	41
CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE RESULTADOS	
III OBTENCIÓN DE LA CARACTERÍSTICA TRACTIVA DEL CAMIÓN KAMAZ CON MOTOR Y CAJA MERCEDES BENZ.....	
III.1.1 Característica exterior de velocidad.....	43
III.2 Determinación de la velocidad máxima de traslación del camión Kamaz	48
III.3 Comprobación de la condición de patinaje.....	53
III.4 Fuerza de resistencia aerodinámica ...	54
III.5 Determinación de la fuerza tractiva y la velocidad de traslación por cada marcha del camión Kamaz con motor y caja de velocidades Mercedes Benz	54
III.6 Cálculo de la pendiente máxima que puede vencer el camión	58
III.7 Cálculo de la aceleración máxima.....	58
III 8 Obtención de los índices de consumo del camión Kamaz con motor Mercedes B	59
III.9 Comprobación del sistema suspensión y frenado del camión Kamaz con motor y caja de velocidad Mercedes Benz	65
III.10 Comprobación del sistema de frenado	66
CAPÍTULO IV. COSTO ECONÓMICO	
IV COSTOS ECONÓMICO	67
CAPÍTULO V. IMPACTO MEDIOAMBIENTAL.	
V IMPACTO MEDIOAMBIENTAL	68
CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES	74

 *Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

	õ õ	..75
ANEXOS	õ õ	.77

DISEÑO INVESTIGATIVO

Título:

Evaluación técnica de la remotorización del camión Kamaz con motor y caja de velocidades Mercedes Benz.

Problema

No se conocen las características tractivas que evalúan la efectividad técnica de la remotorización del camión Kamaz con motor y caja de velocidades Mercedes Benz, remotorizado en la empresa Soluciones Mecánicas (SOMEK), Pinar del Río.

Objetivo

Evaluar desde el punto de vista técnico la remotorización del camión Kamaz con motor y caja de velocidades Mercedes Benz en la empresa (SOMEK), Pinar del Río.

Objeto

Proceso de remotorización del camión Kamaz con motor y caja de velocidades Mercedes Benz.

Campo de acción

Motor Mercedes Benz y sistema de transmisión de fuerza del camión Kamaz

Hipótesis

Si se determinan los parámetros de fuerza tractiva, condición de patinaje pendiente máxima de ascenso, velocidad máxima, además de los índices de consumo, incluyendo los cálculos de comprobación de los sistemas de frenado y suspensión del vehículo Kamaz, entonces se podrá evaluar la remotorización del mismo, con motor y caja de velocidades Mercedes Benz, desde el punto de vista técnico.



*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

CAPÍTULO I.

ANTECEDENTES

La crisis energética que azota a todos los países de una forma u otra precisa de medidas que disminuyan la creciente demanda de recursos naturales por la sustitución de tecnologías, si tenemos en cuenta que los grandes monopolios de la economía y fabricación de bienes de consumo, asumen que una tecnología actual con tres años de explotación es obsoleta, debiéndose reciclar las mismas como materia prima, en cuyo proceso siempre existen pérdidas de estos materiales que deben ser reemplazados por recursos naturales.

En países como el nuestro, subdesarrollados o en vías de desarrollo, no es frecuente el cambio tecnológico por diversas razones tanto de índole político o financiero por lo que el re establecimiento de las capacidades de trabajos de las tecnologías antiguas con componentes más novedosos constituyen vías para el desarrollo y sostenibilidad que se deben aprovechar, donde el sector automotor constituye uno de los más asequibles a este tipo de acción.

El transporte de carga y pasajeros es la base de cualquier economía y es importante poseer un parque automotriz actualizado y con buenas prestaciones. La sustitución de los motores de combustión interna en las máquinas automotrices, llamado comúnmente **remotorización**, es una excelente opción para restablecer las propiedades tractivas a aquellas que por su envejecimiento y desgaste han disminuido su capacidad de trabajo, **pero**, si se realiza de forma empírica y anárquica sin fundamento técnico puede convertirse en vez de una solución al desarrollo un problema con repercusión en la economía de una empresa o el país.

Los trabajos de remotorización, cuenta con una serie de pasos donde se deben tener en cuenta parámetros que fundamenten la selección del motor, cálculo de la característica tractiva además de los índices de consumo que son totalmente diferentes a los que propone el fabricante del vehículo original.

En nuestro país la flota de vehículos pesados es de bastante antigüedad, por ejemplo en la Provincia de Pinar del Río el parque automotor cuenta con un envejecimiento de 19 años, todavía circulan muchos vehículos americanos

(Ford, Chevrolet, International, Dodge, Mack,

Freightliner) siendo pocos los camiones con este origen que han sido adquiridos a través de México o Panamá. El mayor número de vehículos corresponde a camiones rusos (Kamaz, Gaz, Zilõ) y el parque de vehículos con mecánica Pegaso también es elevado. Las nuevas adquisiciones están lideradas por camiones International americanos, introducidos a través de terceros países, y por fabricantes europeos como DAF, Iveco, Volvo y Renault Trucks. También se importan los camiones de segunda mano. Es muy complicado obtener datos fiables sobre la composición del parque de camiones y la cuota de mercado actual en vehículos nuevos.

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, Mitsubishi, MWM). De esta manera alargan su ciclo de explotación a un bajo costo.

Los principales demandantes son las grandes corporaciones (Cimex, Cubalse), las empresas del Ministerio del Transporte y el Ejército. El sector de la construcción y del níquel son también potenciales clientes. La capacidad financiera actual para la renovación de equipos es discreta. El sector del azúcar está en pleno proceso de reestructuración y su capacidad financiera es incluso más reducida. En cambio, son necesarios muchos repuestos, dada la edad media de los vehículos que componen el parque móvil y muchas veces son difíciles de encontrar algunas piezas dada su antigüedad. Las compras se realizan principalmente a través de las importadoras EIGT del grupo Tradex y de Transimport, del SIME. Tecnoimport y Tecnotex importan para el ejército.

La mayor parte del parque de vehículos que se explota en Cuba, procede de los países que pertenecían al antiguo tratado CAME y fundamentalmente, a la antigua URSS. Debido a la desaparición del campo socialista y las transformaciones económicas que se llevan a cabo en estos países, han dejado de producirlos y comercializarlos en su inmensa mayoría y, por tanto, las piezas de repuestos necesarias para garantizar la explotación de los mismos, se hacen

en específico para sus motores, que además se caracterizan por un elevado consumo de combustible y lubricante.

Hace varios años, la remotorización de vehículos en el país, aunque de forma aislada, se ha venido practicando, pero la selección del motor se ha realizado a criterio de técnicos y especialistas, sin una metodología que tenga en cuenta la similitud en cuanto a las características técnicas de los motores que se tienen para ser adaptados con los originarios de dichos vehículos y su efecto en los elementos de la transmisión que son afectados por variaciones de dichas características técnicas.

Kamaz ensambló su primer modelo de camión en febrero de 1976. Actualmente, los modelos más recientes se exportan a Europa Oriental, China y países del Norte de África. Sus camiones poseen un diseño simple y robusto.

En la Empresa de Soluciones Mecánicas de Pinar del Río, una de las actividades más frecuentes que responde a estrategias del país, es la remotorización, la cual cuenta con un espacio importante dentro de las actividades productivas, mencionado que en el año que concluyo 2008 en el Taller se realizaron 24 remotorizaciones y otras 24 reparaciones generales de equipos que incluían también la remotorización.

En el caso del Taller SOMEC Pinar del Río, en el 90 % de los casos, los motores utilizados en las remotorizaciones, son motores de segunda mano o que se compran con características que no son similares al original, repercutiendo con especial énfasis en las características tractivas del vehículo y el consumo por cada 100 Km recorridos.

Por un convenio tripartita entre Mercedes Benz, Viales de Ferrocarriles y SOMEC Pinar del Río se convenio la remotorización de 5 camiones Kamaz con motor y caja de velocidades Mercedes Benz (ver anexo 1) necesitándose fundamentar desde el punto de vista técnico el empleo satisfactorio de este motor y caja de velocidades con el resto del sistema de transmisión de fuerza del camión, por lo que el objetivo a alcanzar en este trabajo de diploma es

Lista técnico la remotorización del camión KAMAZ con motor y caja de velocidades Mercedes Benz realizada en la empresa SOMEC de Pinar del Río.

I.2. MARCO TEÓRICO

I.2.1. Características exteriores de los Motores de Combustión Interna (MCI)¹

Característica ideal.

Las máquinas automotrices se mueven como resultado de la acción sobre ellas de diferentes fuerzas. Estas fuerzas se dividen en fuerzas que mueven la máquina automotriz (motrices) y fuerzas que se oponen al movimiento (resistencias). La principal fuerza motriz es la fuerza tractiva (F_t), la cual se aplica a las ruedas motrices. Surge como resultado del trabajo de la fuente motriz, del sistema de transmisión y de la interacción de las ruedas motrices con la vía. Para la determinación de la fuerza tractiva se utiliza la característica exterior de velocidad del motor, la cual considera la dependencia de la potencia efectiva (N_e), del momento efectivo (M_e) y del consumo específico de combustible (g_e) en función de la frecuencia de rotación del cigüeñal del motor (W).

La característica exterior de velocidad del motor se obtiene para carga total, es decir, para máximo suministro de combustible. En la figura 1 está representada la característica exterior de velocidad de un MCI, y se señalan los siguientes puntos característicos: frecuencia de rotación mínima y máxima (W_{\min} , W_{\max}), momento torsor máximo ($M_{e \max}$), potencia máxima ($N_{e \max}$) y consumo específico mínimo ($g_{e \min}$). Las frecuencias de rotación que se corresponden con los parámetros $N_{e \max}$, $M_{e \max}$ y $g_{e \min}$, se han señalado por W_N , W_M y W_{g_e} respectivamente.

¹ Colectivo Autores. Funcionamiento y Características de Vehículos y Motores.

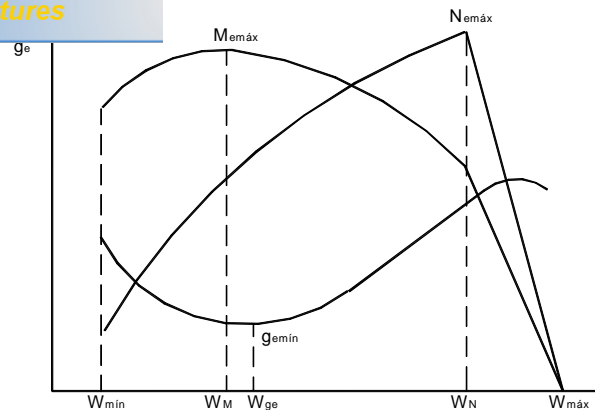


Figura 1. Característica exterior de velocidad de un MCI.

La W_{\min} es la mínima frecuencia de rotación del cigüeñal para la cual el motor trabaja establemente bajo carga total. Con el aumento de la frecuencia de rotación, el M_e y la N_e se incrementan y alcanzan sus valores máximos para frecuencias de rotación W_M y W_N , respectivamente. Para $W > W_N$ la N_e disminuye y se incrementan las cargas dinámicas que actúan sobre las piezas del mecanismo biela-manivela, por eso se trata de que la W_{\max} no sobrepase la W_N en más de un 10-20 %. $W_{\max} = (1.1 - 1.2) \cdot W_N$

La característica ideal de un motor, debe ser aquella capaz de conservar los valores máximos de potencia en el tren de rodaje, independientemente de la velocidad de movimiento. O sea, este motor debe entregar $N_{e \max}$ constante para todo el rango de W . En la figura 2 se muestran las dependencias de torque y potencia de un motor ideal (N_{ei} , M_{ei}) comparadas con las de un MCI convencional. Puede observarse que M_{ei} está representada por una hipérbola.

De la comparación se desprende lo inadecuadas que resultan para las máquinas automotrices, desde el punto de vista de las exigencias de tracción, las características de los actuales MCI. Pudiéramos preguntarnos: ¿por qué a pesar de esta dificultad se utilizan tan ampliamente los MCI como fuente motriz de vehículos de todo tipo?

La respuesta es necesario abordarla desde dos puntos de vista: en primer lugar las fuentes que garantizan una característica más aproximada a la ideal (las

es eléctricos) confrontan dificultades de diferente género para sustituir los actuales MCI, como fue expuesto anteriormente; y en segundo lugar, los actuales sistemas de transmisión, se encargan de lograr una adecuación de la característica real a la ideal, a nivel de la rueda. Esta es una de las fundamentales funciones de la caja de velocidad y la reducción del puente motriz, dentro del sistema de transmisión.

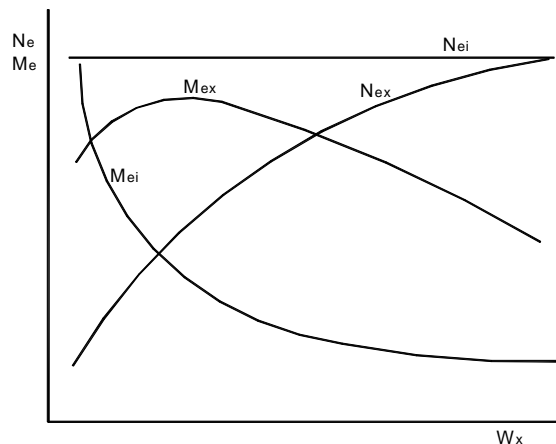


Figura 2. Comparación entre las características de un motor real e ideal.

1.2.2. Dinámica de las máquinas automotrices²

El estudio de la dinámica de las máquinas automotrices reviste especial importancia, por cuanto constituye el basamento de un sinnúmero de análisis tales como: la selección y evaluación del parque vehicular, su composición, los análisis de consumo de combustible, estabilidad de movimiento, capacidad de paso y maniobrabilidad, entre otros.

Fuerzas y momentos que actúan sobre una máquina automotriz de ruedas

En la Figura 3 se muestran las fuerzas y momentos que actúan sobre una máquina automotriz que se mueve en la condición más general del movimiento, es decir, traccionando un remolque por una pendiente con velocidad variable. En la figura:

² Vega Fuentes José; Eficiencia Energética, 2007

Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

Tabla 1. Fuerzas y momentos

Nomenclatura	Significado
G	- peso de la máquina automotriz equipada completamente
h_s, a, b	- coordenadas que determinan la posición del centro de gravedad.
a_{gan}, h_{gan}	- coordenadas que determinan la posición del gancho.
R_{yd}, R_{yt}	- reacciones del camino normales a la superficie de apoyo en los puentes delanteros y traseros, respectivamente.
$P_{rd}, P_{rt}=F_{rd}, F_{rt}$	- Fuerzas de resistencia al rodamiento de los puentes delanteros y traseros.
$P_a, P_i, P_{gan}=F_{RA}, F_i$	- componente longitudinal de la resistencia total del aire, fuerza de inercia y en el gancho, respectivamente
$P_t=F_t$	- fuerza tractiva.
α, γ	- ángulos de inclinación de la vía y de la barra de tiro con respecto a la horizontal

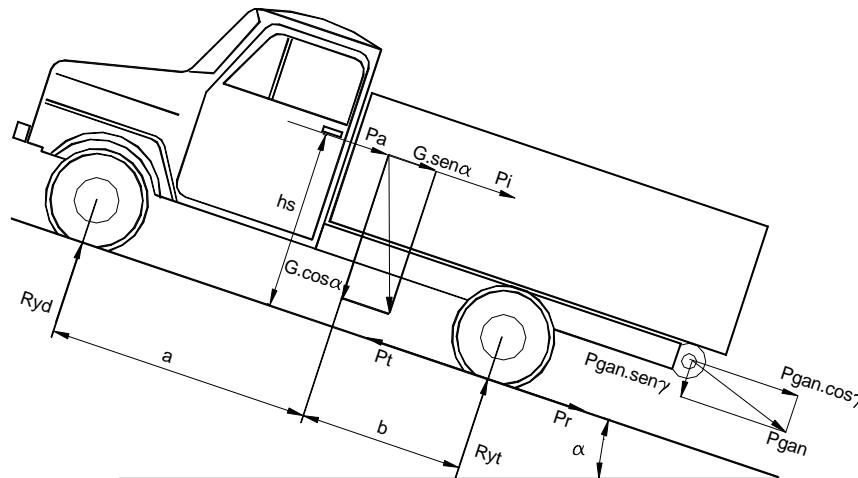


Figura 3. Fuerzas y momentos que actúan sobre un automóvil que se mueve por una pendiente con una velocidad variable.

Resistencia al movimiento (P_i).

La F_i actúa sobre la máquina automotriz cuando el vehículo se mueve con aceleración ($dV/dt \neq 0$) y se trata como uno de los componentes de todas las resistencias que actúan sobre la máquina automotriz durante su movimiento. Todas las masas del vehículo se pueden dividir en dos grupos, atendiendo al criterio que resulta del tipo de movimiento que estas masas realizan. En el primer grupo está la masa total del vehículo, y en segundo grupo corresponde a las masas, que además de encontrarse en movimiento de avance, realizan movimiento de giro con respecto a un eje. Dentro de estas masas se consideran fundamentalmente: el volante del motor, el mecanismo de transmisión y las ruedas del vehículo.

La resistencia del camino.

Se denomina como resistencia al camino (F_{RC}), a la resultante que se obtiene de la suma vectorial de la resistencia al rodamiento (F_{rr}) y la componente longitudinal del peso en vías inclinadas o resistencia a la pendiente (F_{α}). $F_{RC} = F_{rr} + F_{\alpha}$

La F_{rr} se produce por la resistencia que implica la deformación no elástica del neumático y de la vía, a causa de las cargas que actúan sobre la rueda.

La determinación diferenciada de la resistencia al rodamiento en los puentes delanteros y traseros se realiza únicamente cuando existe una notoria diferencia entre las dimensiones, la presión de inflado o la carga que actúa sobre las ruedas delanteras y traseras.

Fuerza de resistencia al aire (F_{RA}).

A través de la aerodinámica se han demostrado principios y leyes que rigen el movimiento de los cuerpos a través del aire. Cuando un flujo no se adapta perfectamente al contorno de un objeto, se crea una turbulencia que da lugar a la denominada resistencia de forma. Como quiera que el aire sea una sustancia viscosa, al fluir alrededor de un objeto crea una capa límite de fluido inmóvil junto a la superficie. Mientras esta capa permanece fija a la superficie, tendremos un

que fluye sobre el objeto pierde presión, la capa se torna más gruesa, dando lugar a un flujo de tipo turbulento. Esta turbulencia es el paso previo a la separación de la capa límite de la superficie. Al producirse la separación de la capa límite, se crean remolinos que incrementan el valor de la resistencia al aire. Por esta razón, en el diseño de los vehículos deben evitarse los cambios bruscos de configuración (Figura 4).

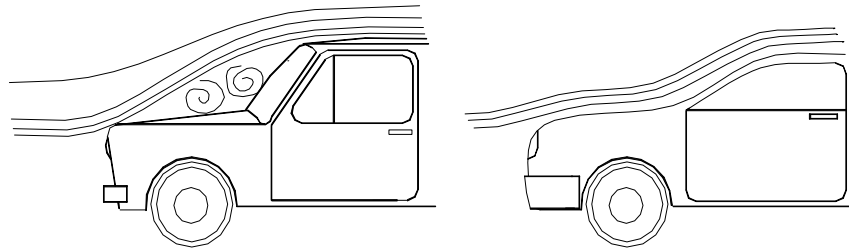


Figura 4. Los cambios de configuración y la resistencia al aire

Las fuerzas aerodinámicas elementales que actúan en cada punto de la superficie del vehículo, son diferentes en magnitud y dirección.

El fenómeno de la adherencia.

La adherencia se puede considerar como la manifestación de dos tipos de fuerzas: las de fricción, que actúan en la superficie de apoyo del neumático y las de agarre, que se originan al apoyarse los elementos del neumático en el terreno. En vías pavimentadas predominan las fuerzas de fricción; y en suelos deformables se predominan las de agarre.

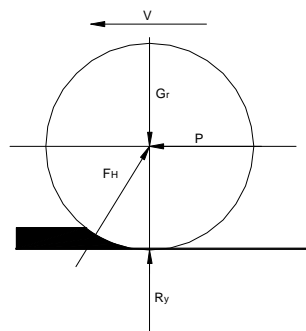


Figura 5. Fuerza de adherencia

menor medida, pero siempre está presente el patinaje en el movimiento de la rueda. Para unas condiciones dadas de la vía, el valor del patinaje depende de las medidas y forma de la huella originada en el contacto rueda-suelo, del valor de la fuerza resultante en la superficie de contacto, del tipo de neumático, y del peso que actúa sobre la rueda motriz (G). Con el fin de mostrar la influencia conjunta de G y la fuerza tractiva o de frenado, se representa la adherencia como la máxima fuerza que puede aplicarse a la rueda sin que surja el patinaje total, la cual se denomina fuerza de adherencia, donde μ representa el coeficiente de adherencia, el cual se determina por vía experimental. Este coeficiente de adherencia (μ) depende de:

Tipo y estado de la vía: El tipo y estado de la vía tienen una influencia notable en μ . Sus máximos valores en pavimentos rígidos se alcanzan para deslizamientos que oscilan alrededor de un 10-20%. En vías con pavimento deformable, en dependencia de sus cualidades, el $\mu_{\text{máx}}$ puede alcanzarse para grandes valores de deslizamiento (hasta un 50%). En suelos mullidos o arenosos la P_{μ} cae bruscamente debido a la poca cohesión entre las partículas de suelo, que reducen tanto el componente de agarre como el de fricción. En pavimentos rígidos ejerce gran influencia en el valor de μ la presencia de agua, grasa o polvo en su superficie.

Característica tractiva de las máquinas automotrices

La característica tractiva de las máquinas automotrices se construye con el fin de mostrar sus cualidades de movimiento, y la misma no es más que una representación gráfica del movimiento. Comprende las curvas de $F_t = f(V)$

Los valores de torque y potencia que brinda el fabricante hay necesidad de afectarlos por un coeficiente de corrección. El coeficiente de corrección K_C^3 , toma en consideración que los valores de $N_{\text{emáx}}$ y $M_{\text{emáx}}$ que aparecen en la documentación técnica, han sido obtenidos en bancos de pruebas de motores,

³Vega Fuentes José; Eficiencia Energética, 2007

Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

acionales según el país de procedencia, los cuales prescriben el desarrollo de las pruebas prescindiendo de uno u otro componente del motor, por ello, los parámetros de salida en el vehículo se diferencian de los que indica el fabricante en su documentación (Ver tabla 2).

Tabla 2. Coeficiente de corrección K_C

Tipo de norma:	K_C
GOST (Rusia y Europa del Este)	0.93-0.95
DIN (Alemania)	0.95-0.96
SAE (Estados Unidos)(vieja)	0.86-0.88
SAE (Estados Unidos) (nueva)	0.95-0.96
ISO (Japón)	0.95-0.96

En la característica tractiva, además de las curvas $F_t (V)$ pueden estar trazadas también las curvas de las resistencias al movimiento, La característica ideal, debido a las exigencias tractivas, está condicionada por la entrega de una N_e máx. constante a las ruedas del vehículo. Como expresamos en un plano M_e-W , la curva que cumple esta condición es una hipérbola la cual muestra la máxima potencia y las curvas de $F_t = f (V)$ de la característica tractiva de un vehículo con 4 marchas.

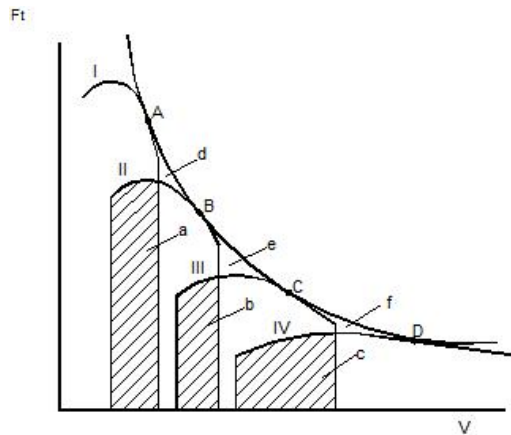


Figura 6. Comparación entre la característica tractiva y la ideal.

Los puntos de tangencia han sido señalados por A, B, C y D; y se corresponden con los puntos donde se alcanza la $N_{e\text{ máx}}$ en cada marcha. Los valores de F_t que podemos obtener están contenidos en el área bajo la curva de $F_t = f(V)$.

Puede observarse que las áreas bajo las diferentes curvas se solapan. Este solape, marcado con las letras a, b y c respectivamente, se denomina solape entre marchas, y depende de los valores de i_o de cada marcha y muestra los valores de V que corresponden a dos marchas consecutivas. Sin solape no es posible el cambio de marcha y valores pequeños dificultan extraordinariamente el mismo. Cuando el solape es amplio, los cambios de marcha se producen con facilidad y suavidad, aumentando el confort durante la conducción del vehículo, mejorando sus cualidades dinámicas y sus indicadores de consumo.

Entre las curvas $F_t = f(V)$ y la hipérbola de máxima potencia existen áreas que denominamos: áreas de ausencia de potencia (marcadas con las letras d, e, f y g en la figura 6), que marcan la diferencia entre la característica real y la ideal. Los puntos contenidos en estas áreas señalan los valores de F_t y V , los cuales al ser multiplicados dan un valor de potencia inferior a la potencia máxima en la rueda ($N_{r\text{ máx}}$), y que debido al diseño del sistema de transmisión no es posible obtenerlos en las ruedas del vehículo, a pesar de ser inferiores a $N_{r\text{ máx}}$.

La magnitud de estas áreas depende del número y de los valores de i_{cv} . Cuando el número de relaciones de transmisión en la caja de velocidad aumenta, disminuyen las áreas de ausencia de potencia. El valor de las áreas de ausencia de potencia, puede ser un indicador de la correcta selección de la caja de velocidad para el vehículo.

1.2.3. Economía de consumo de las máquinas automotrices.

Consumo de combustible

El combustible es el más importante material de explotación, posee alta demanda en el parque vehicular y gran incidencia en su costo de explotación, y es por ello, que se hace necesario utilizarlo con un máximo de efectividad. La importancia del

depende del tipo de vehículo, del servicio que presta, de sus condiciones de explotación, de sus características constructivas, entre otras. A continuación, mostramos la influencia relativa del tipo de vehículo en el consumo general de combustible en el transporte automotor⁴.

Tabla 3. Consumo general de combustible

Distribución del consumo según tipo de vehículo	
Turismo	55 %
Camiones	40 %
Autocares y autobuses	4 %
Motocicletas	1 %

Hemos estudiado los factores fundamentales que inciden en el consumo de combustible, pero a la hora de hacer una valoración desde el punto de vista de la selección o al hacer una comparación entre dos o más vehículos, con vistas a buscar el vehículo y la composición más favorable para un proceso de explotación, nos encontramos con la dificultad de que los datos suministrados por el fabricante están elaborados para ciclos de viajes estandarizados. Los ciclos de viaje empleados actualmente, según las normas establecidas en cada país de fabricación del vehículo, son diversos y no permiten la comparación equitativa del consumo de combustible y otros indicadores en vehículos de diferente procedencia, a ello se agrega que los valores de consumo que aparecen en la documentación técnica del vehículo, son generalmente puntuales, y establecidos para velocidades diferentes, lo cual no posibilita la comparación. Por otro lado, las condiciones de explotación son muy variables, aún en pequeños tramos de vías, lo

⁴ Vega Fuentes José; Eficiencia Energética, 2007

más exacta en rutas con condiciones concretas de explotación.

Muchos parámetros constructivos del motor influyen en la economía de consumo del vehículo, pero en particular, su proceso de trabajo, del cual depende g_e , tiene una importancia significativa. El consumo del vehículo crece con el aumento de las resistencias al movimiento. De tal forma, su incremento o disminución, conduce a la variación de la $N_{e\text{ nec}}$ y de la V , y por tanto, incide en el aprovechamiento de la potencia disponible del motor y en su W , lo cual se refleja en g_e y complica la determinación del consumo de combustible. Para determinar el g_e en condiciones de explotación o sea a cargas parciales, es necesario contar con un gráfico experimental: la característica de carga del motor o la característica universal, pero estas son dependencias que el fabricante no suministra y que son engorrosas de obtener.

El cálculo teórico del combustible que se consume durante el trabajo de las máquinas automotrices, debido a las condiciones aleatorias de su movimiento, es imposible obtenerlo con elevada aproximación, y se obtiene considerando que las resistencias que actúan durante el movimiento y su V , son constantes. En el cálculo teórico del consumo, uno de los aspectos más conflictivos es la determinación de g_e , que como conocemos, depende no sólo de W , sino también del grado de carga del motor.

A partir de Q se construyen las características consumo-velocidad para cada tipo de vía, representada por su coeficiente ψ , y a partir del conjunto de estas, se determinan los rangos de velocidad económica V_D-V_E ⁵.

⁵ Vega Fuentes José; Eficiencia Energética, 2007

y trasero (L_D , L_T), el despeje (H_1) y la batalla (L) son dimensiones que determinan la capacidad de paso, como se verá en el análisis de las cualidades de explotación.

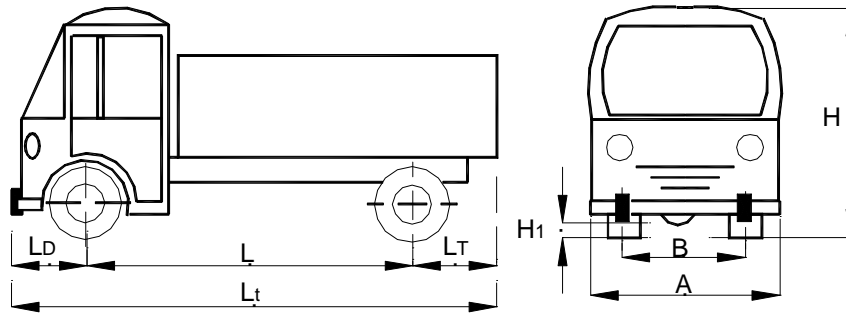


Figura 8. Principales dimensiones del vehículo

A medida que aumenta la longitud total (L_t), menor es su capacidad de paso y maniobrabilidad. El radio mínimo de giro del vehículo (R_o), si bien no es una dimensión, está determinado por estas y caracteriza la maniobrabilidad del mismo. Como podemos ver la simple valoración de algunos parámetros geométricos nos puede arrojar luz sobre las cualidades del vehículo.

Las dimensiones de la plataforma, posibilitan determinar su volumen disponible ($V_{ol\ plataf}$). En dependencia del tipo de carga y de sus características, podemos valorar el aprovechamiento posible de la capacidad de carga o la altura que rebasa la carga por encima de la cabina, para dar adecuado aprovechamiento de la capacidad de carga, o incluso, la imposibilidad del uso del vehículo para determinados procesos de transportación.

CAPÍTULO II.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la evaluación técnica de la remotorización del camión Kamaz con motor Mercedes Benz es necesario el conocimiento de diversos datos que nos brinden una caracterización tanto del motor como del sistema de fuerza del camión.

II.1.1 Características técnicas del motor OM-366A y camión Kamaz 4301 (TURBO).

Motor OM-366A⁶

Potencia máxima (Kw) (CV) r.p.m.	(135) (184) / 2600
Par máximo Nm (Kgm) rpm.	588 (60)/1600
Cilindrada total.	5,98(Ltr)
Diámetro (mm).	97,5
Carrera (mm).	133
Relación de compresión.	16, 5:1
Consumo gr/Kwh.	206
Peso (Kg).	540
Dimensiones (LxAxH) (mm).	917x701x917
Método de formación de mezcla.	Inyección Directa

Camión Kamaz 4301 (TURBO)⁷

Modelo del camión.	43101
Masa de la carga transportada, kg.	6000
Masa del camión abastecido, kg.	8745
Masa total del camión, kg.	15205
Distribución de la masa del camión abastecido sobre el camino, kg:	
a través del puente delantero.	4315

⁶ Manual del motor Mercedes Benz

⁷ Guía de Mantenimiento Kamaz

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

as trasero.	4430
Idem para el camión de masa total:	
a través del puente delantero.	5020
a Través del tren de ruedas trasero.	10185
Masa total de remolque arrastrad, kg,	
durante la marcha:	
por todos los tipos de camino y terreno.	7000
por caminos que permitan una carga axial	
de 60 kN (6tf).	6000
Dimensiones exteriores.fig.1
Velocidad máxima con la masa total y la	
velocidad más alta, km/h, no menor de:	
del camión.	85
Consumo de control de combustible:	
en 100km de recorrido en marcha con la carga	
total y a una velocidad de 60km, ltr:	
del camión.	30
Reserva de la marcha del camión con el consumo	
De control de combustible, km, no menor de.	
800	
Tiempo de aceleración a partir del reposo	
Del camión con la carga total hasta la velocidad de	
60km/h, s, no mayor de.	
.35	
Cuesta máxima superable con la masa total, no menor de:	
Por el camión.	31°
Profundidad de un vado superable con fondo duro	
teniendo en cuenta la ola natural (no debida a la marcha	
del camión) con la presión nominal en los neumáticos, m:	
sin preparación.	0,8
con preparación preliminar de duración	
no mayor de 15 minutos.	1,5

Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features

ante la marcha	
con una velocidad de 40km/h con la masa total	
y el empleo del sistema de frenado de servicio:	
Por el camión.	17,2
Idem, empleando el sistema de frenado de reserva:	
Por el camión.	28,4
Radio de viraje mínimo por el eje de la huella	
delantera exterior (respecto al centro de viraje)	
de la rueda del camión, m, no mayor de	10,5
Radio R de viraje exterior de gálibo del camión	
Por el parachoque delantero, m, no mayor de:	
Con el parachoques extendido.	11,3
Con el parachoques corriente.	-----
Ancho del corredor ocupado por el camión	
Al virar con el radio R, m, no mayor de:	
Con el parachoques extendido.	4,1
Con el parachoques corriente.	-----

Características técnicas del Neumático utilizado en el camión Kamaz 4301

Dimensiones	10.000 . 20
Rueda.	De discos, tamaño 310-533, con alas de encaje Toroidal.
Presión del aire en los neumáticos.	
kPa(kgf/cm ²), de los camiones:	
modelo 43101.	80-320 (0,8-3,2) se regula en dependencia de las condiciones de tráfico.
Carga máxima sobre el neumático,	
kN (kgf), de los camiones:	
Modelo 43101.	26,1 (2610)

marcha de la caja de velocidad Mercedes Benz⁸

I _{cv}	Reducción
I	7.34
II	4.32
III	2.53
IV	1.50
V	1.00

Puente propulsor: $i_{pp}=5,94$

II.2.1 Característica exterior de velocidad

Uno de los aspectos fundamentales a conocer para el cálculo tractivo de un automóvil es la característica exterior de velocidad. Esta característica nos indica el comportamiento de parámetros como el momento torsor, potencia efectiva, consumo específico de combustible y otros, respecto a la variación de la velocidad de rotación del cigüeñal, que en el caso específico de este trabajo de diploma fue imposible obtener la característica exterior de velocidad que brinda el fabricante a pesar de la búsqueda de información por diferentes vías (Internet, Sucursal Mercedes Benz pinar del Río y otras fuentes) por lo que fue necesario realizar el cálculo empírico de la misma por la metodología que establece la literatura al respecto.

II.2.2 Conceptos fundamentales

II.2.2.1 Momento torsor

El momento torsor es una función del coeficiente de llenado, dependiendo de muchos factores de manera directa, como son el perfil de las levas y su

⁸Manual del motor Mercedes Benz

forma del múltiple de admisión y la combustión en la cámara de combustión entre otros, generando una presión media efectiva que actúa sobre el pistón, este a su vez mueve el cigüeñal obteniéndose un valor de momento torsor en el volante que es utilizado por el sistema de transmisión de fuerza del automóvil.

Para calcular el momento torsor se emplea la siguiente expresión:

$$M_t = \frac{N_e \cdot 716,2}{n} \text{ kgm} \quad [1]$$

II.2.2.3 Elasticidad del motor.

La elasticidad es un parámetro que mide la capacidad de los motores de vencer resistencias externas sin variar su régimen de funcionamiento. Esta elasticidad a su vez se relaciona con dos índices⁹:

1. Elasticidad del torque: $e_M = \frac{M_{t\text{máx}}}{M_t N_e}$ [2]

2. Elasticidad de la velocidad angular del cigüeñal: $e_n = \frac{\text{rpm} N_e}{\text{rpm} M_{t\text{máx}}}$ [3]

3. Elasticidad total $e = e_n \cdot e_M$ [4]

Los valores recomendados de e_n se encuentra entre 1,3 y 2,0. El motor que se distinga por un valor mayor del índice e_n poseerá una mayor posibilidad de aprovechamiento de las velocidades angulares del cigüeñal, gracias a esto se presta mejor para la tracción.

Los Valores promedios de los índices de elasticidad del torque son las siguientes:

- Motores de carburación 1.1 a 1.3
- Motores Diesel 1.05 a 1.15

⁹ Szczepaniak. C. 1974; pág. 14-15

con limitadores o reguladores se utiliza la siguiente

ecuación:

$$A_{Me} = (e_M - 1) \cdot 100 \quad [5]$$

Donde:

A_{Me} = es el coeficiente de adaptabilidad del motor.

e_n , e_M = coeficientes de elasticidad de frecuencia de rotación y torque, respectivamente.

Para la determinación de los coeficientes (C_1 , C_2 , C_3) en los motores equipados con limitadores o reguladores de la frecuencia de rotación, se pueden utilizar las siguientes ecuaciones¹⁰:

$$C_1 = 1 - \frac{A_{Me}}{100} \cdot \frac{e_n \cdot (2 - e_n)}{(e_n - 1)^2}; \quad C_2 = 2 \cdot \frac{A_{Me}}{100} \cdot \frac{e_n}{(e_n - 1)^2}; \quad C_3 = \frac{A_{Me}}{100} \cdot \left(\frac{e_n}{e_n - 1} \right)^2 \quad [6]$$

Para el cálculo del momento a las frecuencias de rotación W_x del cigüeñal del motor se emplea la siguiente expresión:

$$M_{ex} = Mt \cdot \left[C_1 + C_2 \cdot \left(\frac{W_x}{W_N} \right) - C_3 \cdot \left(\frac{W_x}{W_N} \right)^2 \right] \text{Kgm} \quad [7]$$

Donde:

M_t = torque para potencia máxima en característica exterior. (kgm)

M_{ex} = torque para una frecuencia de rotación W_x del motor. (kgm)

C_1 , C_2 , C_3 = son coeficientes empíricos que dependen del tipo de motor.

II.2.2 .4 Potencia efectiva del motor

Paralelamente al momento de torsión, varía también la potencia efectiva del motor, o sea, la magnitud del trabajo realizado por el motor en la unidad de tiempo.

La potencia efectiva del motor puede calcularse mediante la expresión:

$$N_e = \frac{Mt \cdot n}{716,2}; CV \quad [8]$$

¹⁰ Vega Fuentes José; Eficiencia Energética, 2007

M_t = momento de torsión en (kgm;)

n = velocidad de rotación del motor en r.p.m.

El cálculo de las potencias para una frecuencia de rotación del motor se asume empíricamente los valores de las revoluciones, y se emplea la siguiente expresión:

$$N_{ex} = N_{emax} \cdot \left[C_1 \cdot \left(\frac{W_x}{W_N} \right) + C_2 \cdot \left(\frac{W_x}{W_N} \right)^2 - C_3 \cdot \left(\frac{W_x}{W_N} \right)^3 \right] \quad (CV) \quad [9]$$

Donde:

N_{ex} = es la potencia para una frecuencia de rotación W_x del motor.

$N_{emáx}$, W_N = potencia máxima y frecuencia de rotación para potencia máxima.

Ambos datos acompañan la documentación técnica del motor.

II.2.2.5 Consumo específico del combustible

La construcción de la curva del consumo específico del combustible se basa también en resultados experimentales. Simultáneamente con el momento de torsión, se mide la cantidad de combustible gastada por el motor y se calcula el consumo del combustible Q_T en kg/hora.

Para determinar el consumo específico de combustible:

$$g_{ex} = g_{eN} \cdot \left[C_4 - C_5 \cdot \left(\frac{W_x}{W_N} \right) + C_6 \cdot \left(\frac{W_x}{W_N} \right)^2 \right] \quad (g/kW.h) \quad [10]$$

Donde:

g_{ex} = consumo específico para una W_x determinada. (g7kWh)

g_{eN} = consumo específico para N_e máx. Es un dato de la documentación técnica. (g7kWh)

C_4 , C_5 , C_6 = son coeficientes empíricos que dependen del tipo de motor¹¹

¹¹ Vega Fuentes José; Eficiencia Energética, 2007

Coefficientes empíricos para la determinación de los parámetros de salida del motor:

$$C_4 = 1,55$$

$$C_5 = 1,55$$

$$C_6 = 1,00$$

II.3 Característica tractiva

La característica tractiva es la representación gráfica de:

- La fuerza tractiva,
- Las fuerzas de resistencia al movimiento permanente (resistencia del camino y resistencia aerodinámica),
- Pendientes de ascenso en diferentes pavimentos
- Aceleraciones máximas que alcanza el automóvil en cada marcha
- Comportamiento de la velocidad de rotación del motor en cada marcha, respecto a la velocidad de traslación del vehículo.

Esta característica es muy útil para los técnicos del sector automotor ya que permite conocer las reservas de fuerza tractiva para cada situación real de movimiento del vehículo mejorando grandemente la eficiencia desde el punto de vista tractivo y de consumo.

Esta característica tractiva cambia su comportamiento si algún elemento del sistema de transmisión de fuerza es sustituido por algún otro, incluyendo el motor y los neumáticos, por lo que en el caso de la evaluación técnica de la remotorización es vital la realización de esta característica.

Es notoriamente importante antes de realizar el cálculo de la característica tractiva de un automóvil remotorizado, determinar si este vehículo cumple con una condición esencial para el movimiento llamada **condición de patinaje**.

La fuerza de tracción, actuando sobre el perímetro de las ruedas motrices, logra garantizar el movimiento del automóvil solamente en el caso de que entre las ruedas y el pavimento aparezca una fuerza de adherencia que se determina por la siguiente expresión:

$$F_{adh} = G_{pp} \cdot \mu_{\max} \quad [11]$$

Para evitar un resbalamiento entre el pavimento y los neumáticos, debe cumplirse la siguiente condición¹²:

$$F_t \leq F_{adh}$$

Donde:

F_t = Fuerza tractiva.

F_{adh} = Fuerza de adherencia.

Como se puede observar la condición de patinaje depende del peso del vehículo que recae sobre el puente de tracción y de las condiciones de adherencia que se establecen por el tipo de pavimento, la calidad del neumático, presión de aire del neumático entre otras.

Esta condición, en el caso específico de los vehículos de carga, se cumple para cuando el mismo se encuentra cargado en su máxima de capacidad, sobre todo aquellos con más años de explotación, ya que en la actualidad la mayoría de los vehículos son equipados con sistemas antipatinaje que permiten que los mismos desarrollen su máxima fuerza tractiva sin que el vehículo patine.

Como se puede apreciar al realizar una remotorización el cumplimiento de la condición de patinaje para el camión cargado, es invalidante para certificar desde el punto de vista técnico si la remotorización es correcta o no.

¹² Colectivo Autores. Funcionamiento y Características de Vehículos y Motores.

Traslación de un vehículo

La determinación de la velocidad máxima de traslación de un vehículo representa un parámetro importante dentro de la posterior evaluación y cálculo de los parámetros tractivos.

Esta velocidad, además de prefijar el límite superior de su valor, permite evaluar la selección del motor y la caja de velocidad en cuanto a su relación de transmisión final. Su determinación desde el punto de vista matemático es algo compleja por ser una ecuación cuadrática, realizando su determinación de forma gráfica, para cual se representa los pares coordenados (V, N_m) velocidad vs potencia que se consume en vencer las resistencias al movimiento.

A partir de la expresión (11), se determina los valores de potencia de resistencia al movimiento, dándole valores arbitrarios a la velocidad que será ploteada posteriormente.

$$N_{rm} = \frac{G \cdot f_{rr} \cdot V}{270} + \frac{0,0049 \cdot C_x \cdot A_f \cdot V^3}{270} CV \quad [12]$$

Donde:

G = Peso total en kg.

f_{rr} = Coeficiente de resistencia a la rodadura.

C_x = Coeficiente de resistencia aerodinámica.

A_f = Área frontal del camión.

Los coeficientes de resistencia a la rodadura (f_{rr}), que se utilizan en la realización de los cálculos se detallan a continuación al igual que la resistencia al aire

$C_x = 0,9$

al rodamiento del automóvil para distintos tipos de camino¹³

Tipo de camino	f_{rr}
Hormigón	0,010
Asfalto	0,012
Adoquines	0,015

El peso G del camión es:

Sin carga: 8745 Kg.

Con carga: 14745 Kg.

En el trabajo se determinara la velocidad máxima de traslación para el camión sin carga y con carga máxima.

II.3.3 Fuerza de resistencia aerodinámica

La fuerza de resistencia aerodinámica es una de las fuerzas de resistencia que siempre están presente en los vehículos automotores, la misma es proporcional al área de la superficie frontal del automóvil, de su forma, del cuadrado de su velocidad de avance y de la densidad del aire, se determina mediante la siguiente expresión:

$$F_{RA} = 0,049 \times C_x \times A_f \times V^2 \quad [13]$$

Los parámetros que se relacionan en la expresión corresponde con la los de la expresión (11).

La curva que describe el comportamiento de la fuerza de resistencia aerodinámica se toma como el eje de las abscisas y a partir de ella se representara la fuerza tractiva, lo cual permitirá desde el punto de vista práctico mayor facilidad en la determinación de la reserva de fuerza tractiva.

¹³ Szczepaniak. C. 1974; pág. 153

Esta fuerza de resistencia del camino al igual que la fuerza de resistencia aerodinámica corresponde a las fuerzas de resistencias permanentes y se determinaran a partir de la siguiente expresión:

$$F_{RC} = G \cdot f_r \cdot (\cos \alpha + \text{sen} \alpha) \quad (\text{kg}) \quad [14]$$

Donde:

G = Peso total en kg.

f_{rr} = Coeficiente de resistencia a la rodadura (tabla 5)

Para ángulos pequeños (30 grados) se asume que el coseno del ángulo es igual a 1 y el seno del ángulo es cero por lo que la expresión (14) queda como:

$$F_{RC} = G \cdot f_{RR} \quad (\text{kg}) \quad [15]$$

A partir de la expresión (15) se determinan las fuerzas de resistencia al camino para diferentes tipos de caminos, y como para las condiciones de movimiento esta fuerza permanece constante su representación grafica es una recta en la característica tractiva.

II.3.5 Determinación de la fuerza tractiva y el valor de la velocidad de traslación que le corresponde por cada marca de la caja de velocidad

El principal aspecto de la característica tractiva es la representación de la fuerza tractiva vs velocidad que le corresponde por cada marcha de la caja de velocidad para lo cual se utilizan las expresiones:

$$T_{max} = \frac{M_t}{rd \cdot \eta_{Tr} \cdot i_0} \quad (\text{kg})$$

[16]

M_t = momento de torsión del motor en kgm;

η_{Tr} = rendimiento mecánico del sistema de accionamiento

rd = radio dinámico de las rueda motrices.

i_0 = relación de transmisión total, que se determina:

$$i_0 = i_{cv} \cdot i_{pp}$$

[17]

i_{cv} = relación de la caja de velocidades

i_{pp} = relación de transmisión del puente propulsor

Tabla 6: Valores medios del rendimiento mecánico de los sistemas de accionamiento para automóviles¹⁴.

Tipo de vehículo	Marcha	
	Directa	Indirecta
Automóviles de turismo	0,92	0,88
Camiones y ómnibus	0,90	0,85

Velocidad de traslación del automóvil

$$V = \frac{0,377 \cdot n \cdot rd}{i_0} \quad \text{Km/h}$$

[18]

Donde:

n = revoluciones de rotación del motor (rpm)

¹⁴ Szczepaniak. C. 1974; pág. 39

...to tursor y revoluciones por minuto para el cálculo de la fuerza tractiva y la velocidad de traslación son extraídos de la característica exterior de velocidad.

II. 3.6 *Pendiente máxima de ascenso*

La pendiente máxima de ascenso es el ángulo de inclinación máximo por el que podrá ascender el vehículo tanto cargado como sin carga y definido por la ecuación referida a continuación.

$$\text{sen}\alpha = D_{\text{máx}} - f_{RR} \quad [19]$$

Donde:

$D_{\text{máx}}$ = factor dinámico máximo el cual se expresa por:

$$D_{\text{máx}} = \frac{Ft_{\text{máx}}}{G_{\text{máx}}} \quad [20]$$

Conociéndose los términos utilizados en esta expresión.

En el caso específico del trabajo de diploma, al igual que la fuerza de resistencia al camino el ángulo de ascenso se determinara para diferentes tipos de camino.

II.3.7 *Aceleración máxima*

La aceleración o capacidad de acelerarse, es la cualidad dinámica más importante de un vehículo, ya que producto de la naturaleza de su trabajo, el automóvil debe cambiar permanentemente de velocidad, arrancar, adelantar a otros vehículos. La capacidad de aceleración del automóvil influye en la velocidad media de movimiento y en condiciones de gran tráfico determina la intensidad máxima de este en las carreteras.

La aceleración máxima para cada marcha se puede determinar de la siguiente forma:

$$a = \frac{\quad}{\delta} \quad m/s^2$$

[21]

δ = coeficiente de masas giratorias

G = gravedad 9,8 m/s²

Valores del coeficiente δ ¹⁵:

Directa = 1,06

Indirecta = 2,3

II. 4 Consumo de combustible

La economía de consumo de combustible es el conjunto de cualidades que definen el consumo de combustible durante el trabajo de los vehículos en las diferentes condiciones de explotación. Este consumo se lo determina mediante los siguientes índices:

Q_g = Consumo horario, que es el consumo de combustible en Kg. por hora de trabajo.

g_e = Consumo específico de combustible. (g/kWh) o (g/CVh)

Por economía de consumo de combustible se entiende, la capacidad del vehículo de cumplimentar el trabajo de transporte en las condiciones reglamentadas con las mínimas pérdidas posibles de combustible.

Como indicador fundamental del consumo de combustible, en la mayoría de los vehículos se utilizan el consumo en litros por cada 100 Km recorridos

Para la determinación del consumo recorrido por vía experimental se puede emplear la expresión:

¹⁵ Colectivo Autores. Funcionamiento y Características de Vehículos y Motores.

$$Q = \frac{\delta \cdot 10V}{\dots} \quad (\text{lt}/100\text{km}) \quad [22]$$

Donde:

δ = Peso específico de combustible. (Kg/l)

N = Potencia consumida por la resistencia al movimiento para diferentes valores de velocidad en cada marcha. (kW o Cv)

g_e = Consumo específico de combustible para cada uno de estos valores de potencia. (g/kWh) o (g/CVh)

El consumo específico extraído de la característica exterior de velocidad o la característica universal se corrige debido a la variación de las revoluciones del motor a partir de dos coeficientes como se muestra en la siguiente expresión:

$$g_e = g_N \cdot k_n \cdot k_A \quad [23]$$

Donde:

g_N = Consumo específico de combustible para la máxima potencia del motor.

k_n = Coeficiente que considera las variaciones de g_e con las revoluciones

k_A = Coeficiente que tiene en cuenta la variación de g_e .

El índice A que determina el aprovechamiento de la potencia del motor se calcula mediante la ecuación.

$$A = \frac{G \cdot frr \cdot V + 0,0049 \cdot Cx \cdot Af \cdot V^3}{270 \cdot N} \quad [24]$$

terminan por la figura 1.

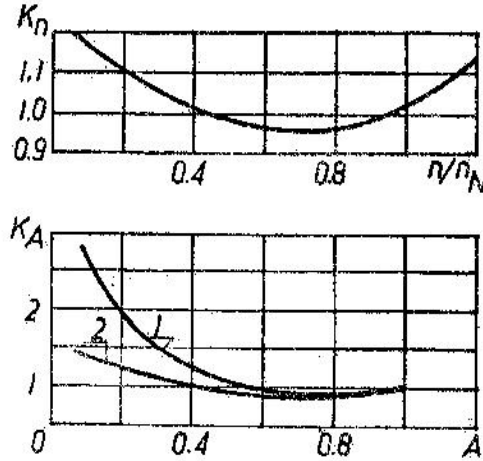


Figura 9: Coeficiente k_n y el coeficiente k_A

II.5 Sistema de suspensión y frenado del camión Kamaz.

II.5.1 Sistema de suspensión del camión Kamaz.

La función principal del sistema de suspensión en los automóviles es preservar dentro de los límites previstos al conductor y los pasajeros de las vibraciones y golpes. Siendo la suspensión un vehículo entre los elementos del rodaje (rueda y puente) y el bastidor del automóvil, sus elementos deben transmitir tanto axial como lateral al bastidor.

Las vibraciones libres, que son las que principalmente caracterizan el movimiento vibratorio de las masas del automóvil, surgen, por ejemplo cuando el mismo vence un obstáculo. Durante las vibraciones libres tienen influencia los elementos elásticos del sistema de suspensión a través de los cuales se transmiten los impactos y también tienen influencia los valores y distribución de la masa del

¹⁶ Szczepaniak. C. 1974; pág. 153

La correcta selección de estos elementos se puede obtener un valor de frecuencia de las vibraciones dentro de un rango determinado.

II.5.1.1 Elementos que componen los sistemas de suspensión¹⁷.

Forman la suspensión los siguientes elementos:

- 1- **Elementos elásticos.**- Reciben y transmiten al bastidor o la carrocería de las ruedas o las vías, disminuyendo las cargas dinámicas y garantizan la suavidad de la marcha al modificar las frecuencias de las vibraciones.
- 2- **Mecanismo director.**- Recibe y transmite las fuerzas longitudinales laterales y los momentos que actúan sobre las ruedas y el puente. La cinemática de este mecanismo determina el carácter del momento de las ruedas respecto al bastidor e influye en la estabilidad del automóvil.
- 3- **Los amortiguadores.**- Disminuyen la energía cinemática de la vibración amortiguándolas es decir disminuyendo su amplitud.
- 4- **El estabilizador del movimiento lateral de la carrocería.**- Impide la inclinación excesiva de esta durante los giros producidas por la deformación de la suspensión que ocurre por las cargas de inercia que surgen en este movimiento

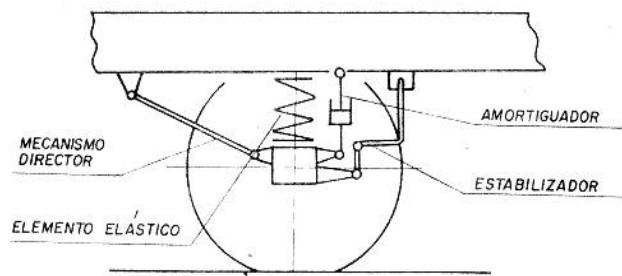


Figura 10: Elementos de la suspensión del camión Kamaz.

¹⁷ Guía de Mantenimiento Kamaz

ción del sistema de suspensión delantero.

Para el cálculo de comprobación del sistema de suspensión delantero se utiliza la fórmula:

$$\sigma = \frac{6 \cdot P \cdot l e^2}{l \cdot b \cdot \sum_1^n h_i^2} \text{ (Kg/cm}^2\text{)} \quad [25]$$

Donde:

σ = Tensión en las hojas de muelle (Kg/cm²)

P = Carga que recae en el sistema de suspensión

le = Longitud efectiva de la ballesta que varía según su tipo (cm).

l = Longitud total de la ballesta (cm).

b = ancho de las hojas de muelle (cm).

Longitud efectiva.

Para el camión Kamaz las ballestas son simétricas para lo cual se tiene la siguiente expresión:

$$l_e = \frac{l}{2} \text{ (cm)} \quad [26]$$

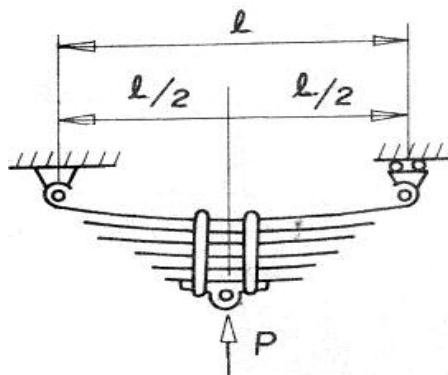


Figura 11: Ballestas simétrica

Para calcular el coeficiente de seguridad del camión original y poder compararlo con el camión remotorizado utilizamos la siguiente expresión:

$$\mu = \frac{\sigma_{Kamaz}}{\sigma_{Kamaz}}$$

[27]

El máximo se encuentra en el rango de $(8500 \cdot 9000)^{18}$ Kg/cm²

II.5.2 Sistema de frenado

Los frenos se utilizan para disminuir la velocidad del automóvil, detenerlo totalmente o mantenerlo inmovilizado en el estacionamiento. Por ello las instalaciones de frenos son indispensables para el buen funcionamiento del vehículo y la seguridad en el tráfico vial.

El poder de frenar un vehículo se consigue por convertir energía cinética en energía térmica. Energía cinética y energía térmica son las dos caras de la misma moneda que es la transferencia de calor.

El sistema de frenado de servicios.- Sirve para disminuir la velocidad de marcha del camión o para detener este por completo. El mismo permite detener con seguridad y rapidez el camión en marcha independientemente de las condiciones de su marcha, su velocidad y carga.

El sistema de frenado de estacionamiento.- Posibilita el frenado del camión inmóvil, inclusive en una pendiente y en ausencia del conductor.

El sistema de frenado de reserva.- sirve para disminuir gradualmente la velocidad o detener el camión en marcha en caso de falla total o parcial del sistema de frenado de servicios.

Sistema de frenado auxiliar.- El camión está destinado a disminuir la carga aplicada a los mecanismos de freno del sistema de frenado de servicio.

Sistema de señalización y control de emergencia.- Consta de dos partes:

La señalización óptica y acústica (luminosa y sonora) del funcionamiento de los sistemas de frenado y de sus accionamientos. En los recipientes del

¹⁸ Martínez Acosta.2008. Evaluación técnico económica de la remotorización del camión ZIL 130 con motor YUCHAI.

interruptores de la caída de la presión que en caso de ser insuficientes la presión en los recipientes, cierran los circuitos de los señalizadores colocados en el panel del tablero de instrumentos y , también el circuito de una señalización acústica.

Subsistemas del sistema de frenos.

Según las norman se aconsejan los siguientes subsistemas

1. *Subsistema principal.*- Garantiza que el automóvil pueda frenar dentro de lo establecido por las normas.
2. *Subsistema de reserva.*- Garantiza el frenaje en caso de fallos del subsistema principal aunque no con la misma efectividad que este.
3. *El subsistema de estacionamiento.*- Sirve para mantener el vehículo estacionado.
4. *El subsistema auxiliar.*- Se emplea para ayudar al subsistema principal durante el frenaje continuo, logrando una disipación adicional de energía, se emplea principalmente en los vehículos de carga o de pasajeros.

II.5.2.1 Accionamiento neumático del sistema de frenado¹⁹

Se utiliza con más frecuencia en camiones de media y alta capacidad de carga, autobuses y tractores de arrastre. En este caso los frenos se aplican gracias a la energía del aire comprimido.

La fuente de aire comprimido en el accionamiento es el compresor.

El compresor, el regulador de presión y el separador de agua integran la parte de alimentación del accionamiento.

El accionamiento neumático consta de cuatro circuitos autónomos separado unos de otro por las válvulas protectoras triple y sencilla. Cada circuito funciona

¹⁹ Guía de Mantenimiento Kamaz

demás circuitos, incluso en caso de surgir desperfectos.

El funcionamiento del accionamiento neumático de los sistemas de frenado consiste en lo siguiente. El aire comprimido del compresor se conduce a través del regulador de presión y el separador de agua al bloque de las válvulas protectoras. El bloqueo consta de las válvulas protectoras sencilla y triple que distribuyen el aire a los recipientes de los circuitos independientes respectivamente.

Sistema de freno de servicio.- Al llenar el sistema de frenado, el aire de los recipientes se conduce a las secciones correspondientes de la válvula de freno. Al oprimir el pedal del sistema de frenado de servicio el aire de la sección inferior de la válvula de freno de que conduce a las cámaras de freno, las cuales ponen en acción los mecanismos de freno de las ruedas del puente delantero. Desde la sección superior de la válvula de aire se conduce a las cámaras de freno que ponen en acción los mecanismos de freno de las ruedas de los puentes intermedio y trasero.

Al soltar el pedal el aire comprimido procedente de las cámaras delanteras y traseras, así como de los conductores de mando de la válvula de mando de los sistemas de frenado del camión con accionamiento de dos conductos, sale al medio ambiente a través de la válvula de freno de dos secciones. Los frenos del camión se aflojan.

Sistema de frenado de estacionamiento.-Para frenar el camión que está estacionado hay que colocar la manija del grifo de mando del sistema de frenado de estacionamiento en su posición vertical fija. Entonces el aire del conductor principal de mando de la válvula aceleradora sale al medio ambiente.

Para desconectar el sistema de frenado de estacionamiento hay que colocar la manija de grifo en su posición horizontal. Entonces el aire del recipiente pasa a través de la válvula de paso de dos conductores principales, el grifo se conduce al conductor principal de mando de la válvula aceleradora, la cual responde y deja

los recipientes a través de la válvula de dos conductores principales a los acumuladores de energía por muelles.

En caso de caída de emergencia de la presión en el circuito del accionamiento del sistema de frenado de estacionamiento los acumuladores de energía por muelle responden y el camión se frena.

El sistema de frenado auxiliar.- Al oprimir el grifo de mando del sistema auxiliar, el aire comprimido del recipiente de los consumidores se conduce a los neumáticos. El vástago del cilindro neumático unido con la palanca de las mariposas de los mecanismos del sistema de frenado auxiliar, hace girar las mariposas y estas cierran los tubos receptores del silenciador.

Los contactos del interruptor electro neumático instalado en el conductor principal delante del cilindro neumático se cierran y se conecta la válvula electromagnética del remolque, la cual deja de pasar parcialmente el aire comprimido del recipiente del remolque a sus cámaras de freno.

Sistema de frenado de reserva.- El grifo de mando de sistema de frenado de estacionamiento dispone de un servo dispositivo que permite frenar el camión con una intensidad que depende de la posición de la manija del grifo.

Al girar el grifo, del conductor principal de mando de la válvula aceleradora se deja salir el aire en una cantidad proporcional al ángulo de giro de la manija del grifo.

Aparatos de accionamiento neumático

El compresor.- Es el émbolo, de flujo indirecto, de dos circuitos y de una etapa de compresión. El compresor está instalado en la cara extrema delantera del cárter del volante del motor del camión. El accionamiento del compresor se realiza mediante el cigüeñal del motor a través de las ruedas dentadas del accionamiento de los grupos.

Regulador de presión.- Sirve para regular la presión del aire comprimido en el sistema neumático.

para separar el aire comprimido el compensado y evacuarlo automáticamente de la parte de alimentación del accionamiento.

El agua que se separa como resultado del efecto termodinámico, al escurrir a través del filtro, se acumula en la etapa inferior. Al responder el regulador, la presión en La cavidad del separador de agua desciende, entonces la membrana se desplaza hacia arriba.

La válvula protectora simple.- Esta destinada a distribuir el aire comprimido procedente del compresor a dos circuitos principales y un circuito adicional, para desconectar automáticamente uno de los circuitos en caso de perderse la hermeticidad y para conservar el aire comprimido en todos los circuitos herméticos.

Los recipientes.- Sirven para acumular el aire comprimido que llega del compresor y para alimentar los aparatos del accionamiento neumático de los sistemas de frenado y de los demás consumidores de aire comprimido.

La válvula de freno de dos secciones.- Sirve para el mando de los mecanismos ejecutivos del accionamiento de dos circuitos del sistema de frenado de servicio del camión. (Ver anexo 2)

II.5.2.2 *Cálculo de comprobación del mecanismo de freno*

El cálculo de comprobación del sistema de frenos en este caso estará enfocado en comprobar si este es capaz de detener al vehículo en el tiempo establecido según las normas. Por ello se comprobará el área necesaria de todos los elementos de fricción (f) y para ello se emplea la expresión:

$$\sum F = \frac{G.V \max}{17,6(B_{esp})} \quad (\text{cm}^2) \quad [28]$$

Donde:

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

$V_{\text{m\acute{a}x.}}$ = Velocidad máxima del vehículo. (km/h)

(B_{esp}) = Potencia específica de fricción.

El rea calculada deberá cumplir la siguiente condicin²⁰.

$$\sum F \leq A_{\text{tc}}$$

Donde:

A_{tc} = área total de los elementos de fricción del camión. (m²)

²⁰ Martínez Acosta.2008. Evaluación técnico económica de la remotorización del camión ZIL 130 con motor YUCHAI.



*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

CAPÍTULO III.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

III. OBTENCIÓN DE LA CARACTERÍSTICA TRACTIVA DEL CAMIÓN KAMAZ CON MOTOR Y CAJA MERCEDES BENZ

En el siguiente capítulo se muestra el resultados de los cálculos de los diferentes parámetros que se necesitan para la construcción de la característica tractiva, los índices de consumo y la comprobación de los sistemas de suspensión y de frenado del camión Kamaz con motor y caja Mercedes Benz, propuesto en el capítulo II Materiales y Métodos.

III.1.1 Característica exterior de velocidad

Como se explico anteriormente por no poseer la característica exterior de velocidad propuesta por el fabricante se procedió la a realización de la misma por los métodos empíricos propuesto en el apartado II.2.2 mostrándose los resultados a continuación:

Elasticidad del motor Mercedes Benz según expresiones (2) y (3):

$$eM = \frac{60}{50,68} = 1,18 \qquad en = \frac{2600}{1600} = 1,63$$

Mediante la expresión (4) se obtiene como elasticidad total:

$$e = eM.en \Rightarrow 1,92$$

La elasticidad del motor mercedes Benz está dentro de los parámetros de este tipo de motor , cuyo resultado será utilizado en el cálculo de los coeficientes C_1 , C_2 , C_3 , para motores equipados con limitadores o reguladores de la frecuencia de rotación aplicando la expresión (5) y (6).

$$A_{Me} = (1,18 - 1) \cdot 100 = 18$$

$$C_1 = 1 - \frac{18}{100} \cdot \frac{1,63 \cdot (2 - 1,63)}{(1,63 - 1)^2}; \quad C_2 = 2 \cdot \frac{18}{100} \cdot \frac{1,63}{(1,63 - 1)^2}; \quad C_3 = \frac{18}{100} \cdot \left(\frac{1,63}{1,63 - 1} \right)^2$$

$$0.73 \quad C_2 = 1.5; \quad C_3 = 1,2$$

El momento torsor para el motor Mercedes Benz y el Kamaz, se obtienen mediante la expresión (7). Para lo cual asumimos las diferentes frecuencias de rotación del motor, para obtener los momentos respectivamente, representados en la tabla 7-8, así como su representación grafica en las figura respectivamente

Tablas 7-8. Momento para las frecuencias de rotación de cada uno de los motores:

Mercedes Benz		
	W_x (rpm)	M_{ex} (kgm)
1.	500	49,4
2.	1100	58,31
3.	1600	60
4.	1800	59,9
5.	2000	59,5
6.	2600	50,68

Kamaz		
	W_x (rpm)	M_{ex} (kgm)
1.	600	60,4
2.	1100	64,17
3.	1600	68
4.	1800	67,4
5.	2000	66,4
6.	2600	60,6

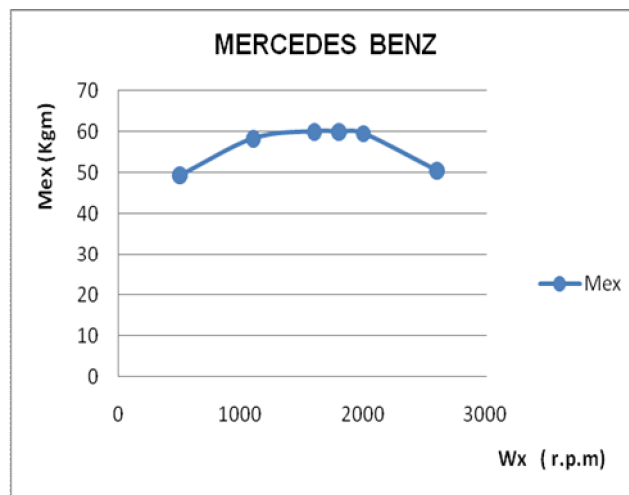


Figura 12. Curva de momento torsor del motor Mercedes Benz.

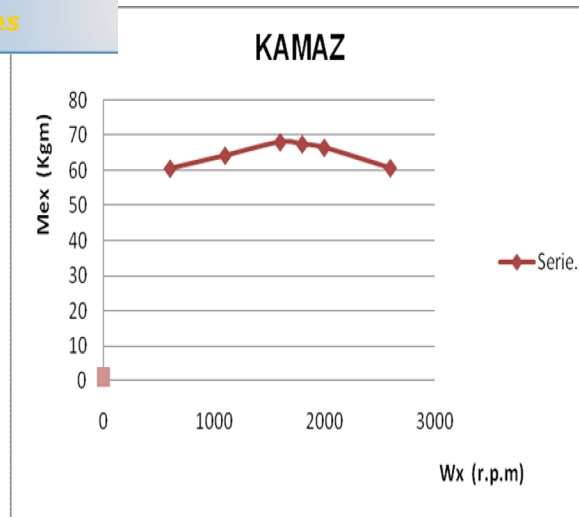


Figura 13. Curva del momento torsor del motor Kamaz.

La forma y el carácter de las curvas, que se muestran en las figuras, depende del comportamiento del coeficiente de llenado, el cual a su vez, depende de las fases de distribución que fueron escogidas de manera experimental para el motor específico.

La potencia.- Se calcula mediante la expresión (9) cuyos resultados se encuentra en las tablas 9-10.

Tablas 9-10. Potencia para las frecuencias de rotación Wx de los motores.

Mercedes Benz		
	W _x (rpm)	N _{ex} (CV)
1.	500	34,4
2.	1100	88,7
3.	1600	135,6
4.	1800	152,1
5.	2000	165,9
6.	2600	184

Kamaz		
	W _x (rpm)	N _{ex} (CV)
1.	600	50,6
2.	1100	101,2
3.	1600	150,9
4.	1800	168,9
5.	2000	185,7
6.	2600	220

tabla 9-10 se construyen las curvas características de las potencias para cada motor.

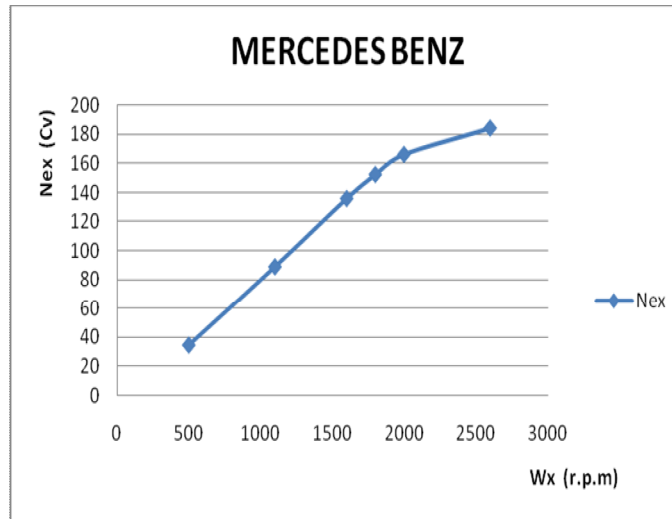


Figura 14. Curva característica de la potencia del motor Mercedes Benz

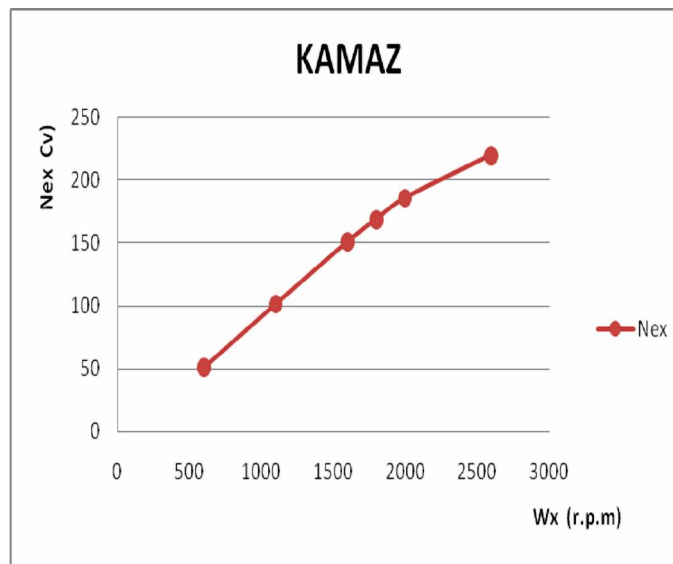


Figura 15. Curva característica de la potencia del motor Kamaz

Se aprecia en las figuras indicadas que el máximo de la potencia del motor aparece en la zona de velocidades elevadas de rotación del árbol del cigüeñal.

combustible para el motor Mercedes Benz

Se determina a través de la expresión (10), los resultados obtenidos se muestran en la tabla 11.

Tabla 11. Consumo específico del motor Mercedes Benz.

	W_x (rpm)	G_{ex} (g/kw.h)
1.	500	265,5
2.	1100	221,02
3.	1600	200,85
4.	1800	197,01
5.	2000	195,7
6.	2600	206

Con los resultados indicados y representados en la tabla 10 se grafica la curva característica del consumo específico de combustible.

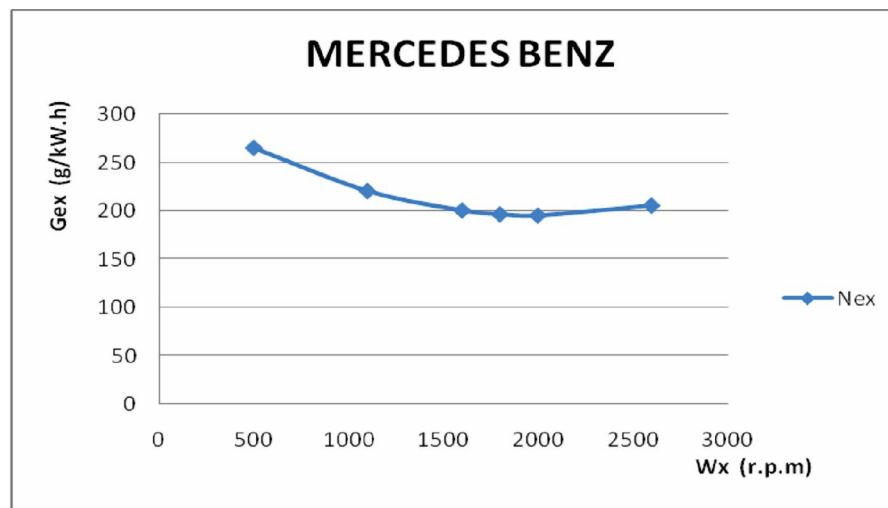


Figura 16. Curva de consuma de combustible Motor Mercedes Benz

Se determina este parámetro para establecer el límite de velocidad y para realizar una evaluación del motor y caja de velocidad Mercedes Benz, en caso del trabajo de diploma se calculará para el camión con/sin carga, para el hormigón, asfalto y adoquines como tipos de camino; a continuación se brindan los datos necesarios para la determinación de la velocidad máxima de traslación del Kamaz con motor Mercedes Benz:

Vacío = 8745 Kg.

Cargado = 14745 Kg

f_{rr} = Obtendremos de la tabla 5

C_x = 0.9.

A_f = 6,8 m².

Se procede a remplazar en la ecuación (12), para obtener los valores de potencia de resistencia al camino que consume el camión Kamaz.

Camión vacío

Hormigón

$$N_{Rm} = \frac{(8745)(0,010)V}{270} + \frac{(0,0049)(0,9)(6,8)V^3}{270}$$

$$N_{Rm} = 0,32V + 0,000111V^3$$

$$N_{Rm} = \frac{A.V}{270} + \frac{0,0049.C_x.A_f.V^3}{270} CV$$

$$A = \frac{A.V}{270} = 0,32V$$

$$B = \frac{0,0049.C_x.A_f.V^3}{270} = 0,000111V^3$$

$$N_{Rm} = A.B$$

Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features

$$N_{Rm1} = (0,32)(40) + (0,000111)(40^3)$$

$$N_{Rm1} = 19,904CV$$

Asfalto

$$N_{Rm} = \frac{(8745)(0,012)V}{270} + \frac{(0,0049)(0,9)(6,8)V^3}{270} CV$$

$$N_{Rm} = 0,39V + 0,000111V^3$$

$$A = \frac{A.V}{270} = 0,39V \quad B = \frac{0,0049.Cx.Af.V^3}{270} = 0,000111V^3$$

$$N_{Rm} = AV.BV^3$$

$$N_{Rm2} = (0,39)(40) + (0,000111)(40^3)$$

$$N_{Rm2} = 22,7CV$$

Adoquín

$$N_{Rm} = \frac{(8745)(0,015)V}{270} + \frac{(0,0049)(0,9)(6,8)V^3}{270} CV$$

$$N_{Rm} = 0,48V + 0,000111V^3$$

$$A = \frac{A.V}{270} = 0,48V \quad B = \frac{0,0049.Cx.Af.V^3}{270} = 0,000111V^3$$

$$N_{Rm} = AV.BV^3$$

$$N_{Rm2} = (0,48)(40) + (0,000111)(40^3)$$

$$N_{Rm2} = 26,304CV$$

siguiente tabla:

Tabla 12. Potencias para diferentes tipos de caminos

VELOCIDAD Km/h	HORMIGON N_{Rm} CV	ASFALTO N_{Rm} CV	ADOQUIN N_{Rm} CV
40	19,9	22,7	26,3
60	43,2	47,4	52,8
100	143	150	159
110	182,9	190,6	200
120	230,2	238,6	249,4

Con los valores de tabla 12 se representan en el siguiente gráfico las curvas de los tres tipos de caminos tomando los valores de potencia contra velocidad.

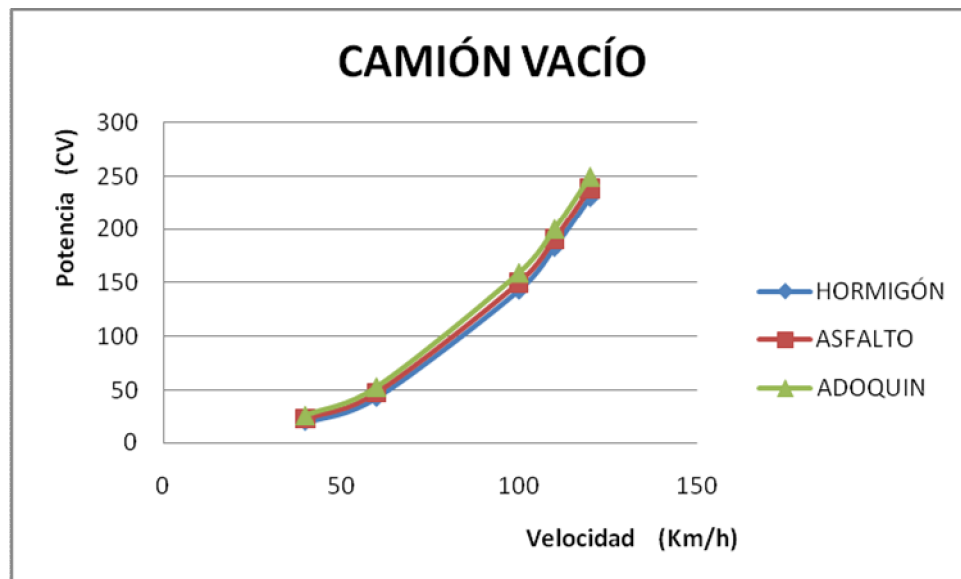


Figura 17. Curva de potencia.

El peso que es 14745 Kg y se reemplaza en la expresión (12) y tomamos los datos anteriores que se utilizó para el camión vacío.

Hormigón

$$N_{Rm} = \frac{(14745)(0,010)V}{270} + \frac{(0,0049)(0,9)(6,8)V^3}{270}$$

$$N_{Rm} = 0,55V + 0,000111V^3$$

$$N_{Rm} = \frac{A.V}{270} + \frac{0,0049.Cx.Af.V^3}{270} CV$$

$$A = \frac{A.V}{270} = 0,55V \quad B = \frac{0,0049.Cx.Af.V^3}{270} = 0,000111V^3$$

$$N_{Rm} = AV.BV^3$$

$$N_{Rm1} = (0,55)(40) + (0,000111)(40^3)$$

$$N_{Rm1} = 29,904CV$$

Asfalto

$$N_{Rm} = \frac{(14745)(0,012)V}{270} + \frac{(0,0049)(0,9)(6,8)V^3}{270} CV$$

$$N_{Rm} = 0,66V + 0,000111V^3$$

$$A = \frac{A.V}{270} = 0,66V \quad B = \frac{0,0049.Cx.Af.V^3}{270} = 0,000111V^3$$

Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

$$N_{Rm1} = (0,66)(40) + (0,000111)(40^3)$$

$$N_{Rm1} = 33,5CV$$

Adoquín

$$N_{Rm} = \frac{(14745)(0,015)V}{270} + \frac{(0,0049)(0,9)(6,8)V^3}{270} CV$$

$$N_{Rm} = 0,82V + 0,000111V^3$$

$$A = \frac{A.V}{270} = 0,82V \quad B = \frac{0,0049.Cx.Af.V^3}{270} = 0,000111V^3$$

$$N_{Rm} = AV.BV^3$$

$$N_{Rm1} = (0,82)(40) + (0,000111)(40^3)$$

$$N_{Rm1} = 39,9CV$$

Con los resultados obtenidos de los cálculos realizados se tiene la tabla 12 de las potencias vs velocidades para cada tipo de caminos.

Tabla 13. Potencias para diferentes tipos de caminos.

VELOCIDAD Km/h	HORMIGON N_{Rm} CV	ASFALTO N_{Rm} CV	ADOQUIN N_{Rm} CV
40	29,1	33,5	39,9
60	56,9	63,6	73,2
100	166	177	193
110	208,2	220,3	237,9
120	257,8	271	290,2

En la tabla 13 se gráfica la curva característica de los tres tipos de camino con los valores de potencia contra velocidad evaluando el camión cargado.

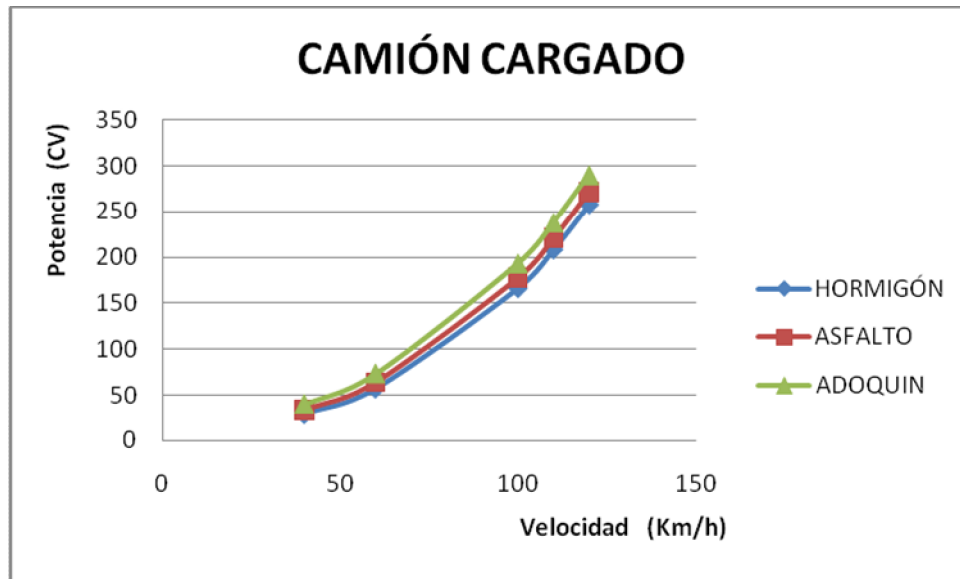


Figura 18. Curva de potencia con respecto a las velocidades.

III.3 Comprobación de la condición de patinaje

La máxima fuerza tractiva que puede transmitirse al camino debe cumplir la siguiente condición:

$$F_t \leq F_{adh}$$

La comprobación se lo realiza para el camión vacío como también a plena carga, evaluado en la expresión (11), tomando como datos:

4430 kg

10185 kg

Pesos que recaen en el tren de ruedas traseras del camión.

$$F_{adh} = 4430 \times 0,8 \Rightarrow 3544\text{kg}$$

$$F_{adh} = 10185 \times 0,8 \Rightarrow 8184\text{kg}$$

Como se puede observar la condición de patinaje se cumple solo para el camión cargado, recomendando que en la salida no se realicen aceleraciones bruscas, ya

vibraría sin poder sin poder desarrollar su máxima

fuerza tractiva.

III.4 Fuerza de resistencia aerodinámica

Una vez evaluado en la expresión (13), se obtiene los resultados que se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 14. Fuerza aerodinámica

Velocidad (Km/h)	F_{RA} (kg)	F_{RA} (mm)
20	11,9	0,5
40	47,9	1,8
60	107,6	4,1
80	191,4	7,3
100	299	11,4
120	430,6	16,4

III .5 Determinación de la fuerza tractiva y la velocidad de traslación por cada marcha del camión Kamaz con motor y caja de velocidades Mercedes Benz.

En este apartado se determinaran los pares coordenados (V, Ft), para cada marcha, a modo de ejemplo se calculará la Ft para las revoluciones donde el momento torsor es máximo.

La relación de transmisión total (i_o) para cada marcha se calcula por la expresión (17)

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

$i_{PP} = 5,94$ relación de transmisión del puente propulsor que se utilizara en las 5 marchas.

Radio dinámico = 0,477 m

Primera marcha

$$i_{01} = (7,43)(5,94)$$

$$i_{01} = 44,13$$

$$Ft_{x1} = \frac{Mt_{x1}}{rd} \cdot \eta_{Tr} \cdot i_0$$

$$Ft_{x1} = 3884,59kg$$

Segunda Marcha

$$i_{02} = (4,32)(5,94)$$

$$i_{02} = 25,7$$

$$Ft_{x2} = \frac{Mt_{x2}}{rd} \cdot \eta_{Tr} \cdot i_0$$

$$Ft_{x2} = 2262,3kg$$

Tercera marcha

$$i_{03} = (2,53)(5,94)$$

$$i_{03} = 15,03$$

$$Ft_{x3} = \frac{Mt_{x3}}{rd} \cdot \eta_{Tr} \cdot i_0$$

$$Ft_{max} = 1323,08kg$$

Cuarta marcha

$$i_{04} = (1,50)(5,94)$$

Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features

$$Ft_{x4} = \frac{Mt_{x4}}{rd} \cdot \eta_{Tr} \cdot i_0$$

$$Ft_{x4} = 784,3kg$$

Quinta marcha

$$i_{05} = (1)(5,94)$$

$$i_{05} = 5,94$$

$$Ft_{x5} = \frac{Mt_{x5}}{rd} \cdot \eta_{Tr} \cdot i_0$$

$$Ft_{x5} = 522,9kg$$

La determinación de la velocidad de desplazamiento del vehículo por cada marcha se determina por la expresión (18), todos los términos utilizados en ella han sido abordados en el desarrollo de este trabajo, los resultados de este cálculo por marcha se muestran en la tabla 15.

Para graficar la fuerza tractiva en las distintas marchas del camión transformamos los kg a mm:

$$180mm - 4718,24kg$$

$$1mm - x$$

$$x = \frac{1mm \times 4718,24kg}{180mm}$$

$$x = 26,21kg \text{ Por mm. (Factor de escala)}$$

$$1mm - 26,5kg$$

$$x = \frac{1mm \times 3884,59kg}{26,5kg}$$

$$x - 3884,59kg$$

$$x = 148,2mm$$

Tabla 15. Fuerza tractiva, velocidad en cada marcha y ha diferentes n_x (rpm)

	n_i (rpm)	V_i (Km/h)	F_{Ti} (kg)	F_{Ti} (mm)	V_{ii} (Km/h)	$F_{T_{ii}}$ (kg)	$F_{T_{ii}}$ (mm)	V_{iii} (Km/h)	$F_{T_{iii}}$ (kg)	$F_{T_{iii}}$ (mm)	V_{iv} (Km/h)	$F_{T_{iv}}$ (kg)	$F_{T_{iv}}$ (mm)	V_v (Km/h)	F_{T_v} (kg)	F_{T_v} (mm)
1	500	2,0	3884,5	148,2	3,5	2262,3	86,3	6,0	1323,0	50,5	10	784,3	29,9	15,1	522,9	20
2	1100	4,5	4584,6	174,9	7,7	2669,9	101,9	13,2	1561,5	59,8	22,2	925,7	35,3	33,3	617,1	23,5
3	1600	6,5	4718,3	180	11,2	2747,7	104,8	19,1	1606,9	61,3	32,2	952,7	36,3	48,4	635,1	24,2
4	1800	7,3	4749,7	181,2	12,6	2766,1	105,5	21,5	1617,7	61,7	36,3	958,9	36,6	54,5	639,3	24,4
5	2000	8,2	4678,9	178,5	13,9	2724,9	104	24	1593,6	60,8	40,4	944,7	36	60,5	629,8	24
6	2600	10,5	3979,1	151,8	18,2	2317,3	88,4	31,1	1355,2	51,7	52,5	803,4	30,6	78,71	535,5	20,4

III.6 Cálculo de la pendiente máxima que puede vencer el camión

Para el cálculo de la pendiente máxima se debe obtener el factor dinámico empleando la expresión (20), para el camión vacío se obtiene que:

$$D_{m\acute{a}x} = \frac{4749,75}{8745} = 0,5431$$

De acuerdo a la expresión (19) se obtiene las máximas pendientes que el camión vacío puede vencer sin problema alguno:

Hormigón = 32,2°

Asfalto = 32°

Adoquín = 31,9°

III.7 Cálculo de la aceleración máxima

Para el cálculo de la aceleración máxima en cada marcha se emplea la expresión (21):

Valores del coeficiente δ :

Directa = 1,06

Indirecta = 2,3

$$a = \frac{(0,5431 - 0,010)9,8}{2,3} = 2,27$$

de la aceleración máxima para las marchas

Marchas	F _{t,máx} (kg)	Factor dinámico	Aceleración (Asfalto)
I	4749,7	0,543	2,26
II	2766,1	0,316	1,29
III	1617,7	0,185	0,74
IV	958,9	0,109	0,40
V	639,3	0,073	0,56

La representación de las características tractivas que representa las cualidades de movimiento del camión Kamaz se indica en el Anexo 3.

III 8 Obtención de los índices de consumo del camión Kamaz con motor Mercedes Benz

En el cálculo del consumo de combustible por cada 100 Km de recorrido es importante la corrección del consumo específico de combustible de dato, (el obtenido en la característica exterior de velocidad) por lo que se exponen los cálculos según la metodología que se estableció en capítulo II, para el camión sin carga y cargado.

Camión sin carga:

$$N_1 = \frac{(8745)(0,012)(2)}{270} + \frac{(0,0049)(0,9)(6,65)(2)^3}{270}$$

$$N_1 = 0,8$$

Camión cargado:

$$N_1 = \frac{(14745)(0,012)(2)}{270} + \frac{(0,0049)(0,9)(6,65)(2)^3}{270}$$

$$N_1 = 1,31$$

apreciar en las tablas 17-18 respectivamente.

El índice A que determina el aprovechamiento de la potencia del motor se calcula mediante la ecuación (24):

Tabla 17. Los valores de k_n para los n_x

N	n_N	n/n_N	K_n
500	2600	0,19	1,04
1100		0,42	1,00
1600		0,62	0,96
1800		0,69	0,94
2000		0,77	0,94
2600		1,00	1,02

En las siguientes tablas se tiene el coeficiente k_a para diferentes n_x y para cada marcha:

Tabla 18. Valores de K_A

MARCHA	RPM	A	K_A
I	500	0,17	1,28
	1100	0,17	1,28
	1600	0,17	1,28
	1800	0,17	1,28
	2000	0,17	1,28
	2600	0,17	1,28

MARCHA	RPM	A	K _A
II	500	0,19	1,26
	1100	0,18	1,27
	1600	0,18	1,27
	1800	0,18	1,27
	2000	0,18	1,27
	2600	0,19	1,26

MARCHA	RPM	A	K _A
III	500	0,22	1,4
	1100	0,21	1,5
	1600	0,21	1,5
	1800	0,21	1,5
	2000	0,22	1,5
	2600	0,23	1,4

MARCHA	RPM	A	K _A
IV	500	0,27	1,22
	1100	0,26	1,23
	1600	0,27	1,22
	1800	0,28	1,21
	2000	0,28	1,21
	2600	0,34	1

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

	RPM	A	K _A
V	500	0,33	1,01
	1100	0,34	1
	1600	0,37	1,05
	1800	0,40	1
	2000	0,43	0,8
	2600	0,59	0,7

Para la corrección del consumo específico de combustible g_e se utiliza la expresión (23), cuyos valores obtenidos se tiene en la tabla 19-20 para camión sin carga y con carga.

Tabla 19. Valores de velocidad, potencia y consumo para cada marcha

CAMION SIN CARGA																		
RPM	500			1100			1600			1800			2000			2600		
ge	353,4			282,9			246,8			237,0			235,5			247,9		
	V	N	Q	V	N	Q	V	N	Q	V	N	Q	V	N	Q	V	N	Q
I	2,0	0,8	16,9	4,5	1,8	13,6	6,5	2,5	11,4	7,3	2,9	11,3	8,2	3,2	11	10,5	4,2	11,9
II	3,5	1,4	16,9	7,7	3,0	13,2	11,2	4,5	9,9	12,6	5,2	11,7	13,9	5,7	11,5	18,2	7,7	12,6
III	6,0	2,4	16,9	13,2	5,4	16,7	19,1	8,1	12,6	21,5	9,4	12,4	24	10,8	12,7	31,1	15,3	14,6
IV	10	3,9	16,5	22,2	9,8	14,9	32,2	16,1	14,8	36,3	19,2	15	40,4	22,7	15,9	52,5	35,8	20,3
V	15,1	6,2	17,4	33,3	16,8	17,1	48,4	30,9	18,9	54,5	38,5	20	60,5	47,2	22	78,71	82,8	31,3

Tabla 20. Valores de velocidad, potencia y consumo para cada marcha

CAMION CON CARGA																		
RPM	500			1100			1600			1800			2000			2600		
ge	353,4			282,9			246,8			237,0			235,5			247,9		
	V	N	Q	V	N	Q	V	N	Q	V	N	Q	V	N	Q	V	N	Q
I	2,0	1,3	27,7	4,5	2,9	21,8	6,5	4,3	19,6	7,3	4,8	18,7	8,2	5,4	18,6	10,5	7,0	29,8
II	3,5	2,3	27,9	7,7	5,1	22,4	11,2	7,5	19,8	12,6	8,5	19,2	13,9	9,4	19,1	18,2	12,6	20,6
III	6,0	3,9	27,6	13,2	8,9	22,9	19,1	13,3	20,6	21,5	15,2	20,1	24	17,2	20,3	31,1	23,6	22,6
IV	10	6,7	28,4	22,2	15,7	24	32,2	24,8	22,8	36,3	28,9	22,6	40,4	33,6	23,5	52,5	49,9	28,3
V	15,1	10,3	28,9	33,3	25,8	26,3	48,4	43,9	26,9	54,5	53,1	27,7	60,5	63,4	29,6	78,71	103,9	39,3

Para el grafico del consumo de combustible a 3600 RPM con una potencia de 184CV que ofrece el motor Mercedes Benz se tiene 55,58 litros por cada 100Km de recorrido a 110km/h. (Ver anexo 4)

ma suspensión y frenado del camión Kamaz con motor y caja de velocidad Mercedes Benz

La tensión admisible en el sistema de suspensión delantera del camión Kamaz con el motor Mercedes Benz se calcula por la expresión (25).

P = Carga que recae en el sistema de suspensión, 5020 Kg. Este peso es del camión con la carga máxima, la cual se considera distribuida uniformemente en la cama del camión.

$l_e = 75,025$ (cm) .

l = Longitud total de la ballesta 150,05 cm

b = ancho de las hojas de muelle 7,5 cm

El espesor para las ballestas maestras es de = 1,3 cm

Para las 13 restantes es= 0,9 cm

La tensión a la que está sujeta la suspensión delantera ya una vez remotorizado con el motor Mercedes Benz y remplazado en la expresión (25) es:

$\sigma = 325,06$ kg/cm²

Si determinamos el coeficiente de seguridad para el camión original podemos establecer entonces una comparación entre los coeficientes de seguridad, es decir el coeficiente de seguridad del camión remotorizado debe ser igual o mayor que el coeficiente de seguridad del camión original, en caso contrario se debe reforzar en una magnitud tal que el coeficiente de seguridad sea igual al original.

Se determina por la expresión (27):

El máx se encuentra en el rango de (8500 . 9000) Kg/cm²

Se considera el valor de 8500 Kg/cm².

$n = 26,4$

Se obtiene que el coeficiente de seguridad cumple con los parámetros establecidos en las bibliografías consultadas por lo que la suspensión delantera no necesita refuerzo alguno.

tema de frenado

El cálculo de comprobación del sistema de frenos se utiliza la expresión (28) en la cual evaluaremos y verificaremos el área necesaria para detener el vehículo.

Para este cálculo se tomara el peso total con carga del camión igual a 15205 Kg y se escogerá para materiales de asbesto con aglutinantes de resinas sintéticas.

El área calculada deberá cumplir la siguiente condición.

$$\sum F \leq Atc$$

Aplicando la expresión (28), queda que el área total de los elementos de fricción es:

$$\sum F = 1971,99 \text{ cm}^2$$

Según catálogo el área sumaria de todos los elementos de fricción del camión alcanza los 3600 cm². Planteando la condición queda:

$$\sum F \leq Atc$$

$$1971,99 < 3600 \text{ cm}^2$$

Con los resultados obtenidos se tiene que es suficiente el área de los elementos de fricción del camión para detenerlo desde su velocidad máxima a plena carga hasta la velocidad deseada con un valor máximo de deceleración de 5 m/s².



*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

Trabajo de diploma

CAPÍTULO IV. COSTO ECONÓMICO

La ficha de costo realizada a la remotorización del camión Kamaz con motor y caja de velocidades Mercedes Benz. Esta ficha de costo se realiza con el objetivo de analizar desde el punto de vista económico la factibilidad de la remotorización, además de conformar un precio acorde con las necesidades del lugar donde se realiza la actividad. Por esta razón en este capítulo se realiza la ficha de costo a esta remotorización, realizada en la empresa Soluciones Mecánicas (SOMEK), de Pinar del Río. (Ver anexo 4 y 5)

Coefficiente tarifa horaria

Moneda Nacional

Total horas x coeficiente gastos

$$133 \times 10,66 = 1412,78$$

CUC

$$133 \times 0,71 = 94,43$$

$$\text{Suma } 1412,78 + 94,43 = 1512,21$$

Gastos materiales

Moneda Nacional

Pieza recuperada 2600,36

Pieza nueva 160,09

2760,39

CUC

Pieza nueva 109,28

Otros gastos 19,27

128,55

$$\text{Suma } 2760,39 + 128,55 = 2888,94$$

Costo total

Coefficiente tarifa horaria + gastos materiales

$$1512,21 + 2888,94 = \mathbf{4401,15}$$



*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

CAPÍTULO V.

IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

La contaminación del aire constituye hoy uno de los principales problemas ambientales de las ciudades del mundo, tanto en los países desarrollados como en los que están asumidos en el mayor atraso tecnológico, debido en los primeros a un alto volumen y diversificación de la producción industrial y al flujo intenso de vehículos automotores, mientras que en los segundos se debe al desarrollo no planificado de las escasas industrias, al uso de tecnologías obsoletas en la producción, los servicios y el transporte, a la mala calidad del saneamiento básico y al crecimiento urbanístico no planificado.

El parque automotor genera más del 50 % del total de la contaminación lo que corresponde a la mayor expulsión de gases tóxicos al medio ambiente detectada en las grandes ciudades, alguno de los cuales se conocen que son cancerígenos y otros se sospechan que pudieran serlos.

Los efectos que provocan son:

- Agotamiento de materias primas no renovables consumidas durante el funcionamiento de los Motores de Combustión Interna.
- Consumo del oxígeno que contiene el aire atmosférico.
- Emisión y contaminación de la atmósfera con gases tóxicos que perjudican al hombre, la flora y la fauna.
- Emisión de sustancias que provocan el llamado efecto invernadero contribuyendo a la elevación de la temperatura de nuestro planeta.
- Consumo de agua potable.
- Emisión de altos niveles de ruido a la atmósfera que disminuye el rendimiento de los trabajadores y ocasiona molestias en sentido general.
- Daños físicos a conductores y pasajeros producto de la accidentalidad.
- Uso de la tierra.

Los diferentes gases, producto de la combustión en los motores de combustión interna, su composición y efectos que produce al medio que viven los seres vivos.

Los principales productos que son enviados a la atmósfera se explican a continuación²¹:

Dióxido de azufre

El dióxido de azufre se libera a la atmósfera en la combustión de combustibles fósiles, como el petróleo y el carbón, siendo uno de los contaminantes más problemáticos del aire. La concentración de dióxido de azufre en el aire puede alcanzar desde 0,01 a varias partes por millón, y puede afectar al deterioro de edificios y monumentos. También es la causa de la lluvia ácida, así como de molestias y problemas para la salud del ser humano. Hay indicios de que el SO₂ reduce la capacidad de ventilación de los conductos bronquiales, y por ende, los hace más susceptibles a la infección por polvo.

Monóxido de carbono

El monóxido de carbono se forma al quemar carbono o sustancias compuestas de carbono con una cantidad insuficiente de aire. Incluso cuando dicha cantidad de aire es en teoría suficiente, la reacción no siempre se completa, pues los gases de combustión contienen una parte de oxígeno libre y una parte de monóxido de carbono.

Una reacción incompleta suele darse cuando ésta tiene lugar de una manera rápida, como en los motores de los automóviles, lo que provoca en los gases del escape la presencia de cantidades nocivas de monóxido de carbono que pueden alcanzar un alto porcentaje. Su fuente fundamental es los motores de gasolina, ya que este componente aparece cuando el proceso de combustión ocurre con deficiencia de oxígeno. Es decir cuando combustión a una mezcla rica $\phi > 1$. Aquí no todos los átomos de carbono reaccionan con dos moléculas de oxígeno

• ²¹ Álvarez, Rubén y Rosa Rojas. "Contaminación - enfermedad". 21 de enero de 1986.

de carbono. Los vehículos cuyos motores son de ciclo Otto trabajan frecuentemente en estas condiciones sobre todo dentro el circuito urbano. Para las características de la ciudad de Pinar del Río donde las calles son estrechas y existe en horas picos una gran densidad de tráfico (aunque no se ha realizado un estudio al respecto) existen grandes emanaciones de monóxido de carbono. Este gas puede ser expulsado en cantidades de hasta un 15% del volumen de los gases de escape de los autos de gasolina, y hasta un 5 % de los motores Diesel, aunque estos últimos trabajan siempre con mezclas pobres, pero la propia naturaleza del proceso de combustión (combustión difusa) hace que existan estas emanaciones de monóxido de carbono.

Cuando el hombre inhala este gas incoloro e inodoro reduce en él la capacidad de absorción de oxígeno, cuando se realiza en grandes cantidades puede ocurrir la aparición de un tipo de leucemia mortal para el hombre.

Oxido de Nitrógeno (NOx)

Los dos más característicos son el NO y NOx. Su foco de emisión está constituido por los gases de emisión de los vehículos automotores, así como los procesos de combustión de la industria siderurgia y petroquímica. Los óxidos de nitrógeno al sufrir la incidencia de la luz solar, en una atmósfera muy contaminada, dan lugar a procesos fotoquímicos con la producción de contaminantes secundarios de mayor toxicidad como el ozono (O₃) y el nitrato de peroxibenzoilo PB₂N del cual se sospecha que es un agente cancerígeno.

Hidrocarburos (C_nH_n)

Corresponde a la familia de los compuestos de carbono, tales como el metano y el acetileno, de los cuales los hidrocarburos no saturados corresponden al grupo más peligroso por su facilidad de reacción con la luz solar originando el **smog** petroquímico.

La fuente fundamental de contaminación es el escape de los motores de gasolina y Diesel, sobre todos los que tienen el sistema de carburación e inyección de combustible del motor mal afinado, y en general muy desgastado. Se sospecha que los hidrocarburos son altamente cancerígenos.

Uno de los impactos que el uso de combustibles fósiles ha producido sobre el medio ambiente terrestre ha sido el aumento de la concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera. No es tóxico, pero significativo de este cambio es que puede provocar un aumento de la temperatura de la Tierra a través del proceso conocido como efecto invernadero.

Plomo (Pb)

Es un componente que se añade a la gasolina, tiene una influencia muy dañina para la salud humana, influyendo notablemente en la hemoglobina de la sangre mediante el desprendimiento de oxígeno. Por lo regular se encuentra en bajas cantidades debido a las reglamentaciones existentes respecto al contenido máximo de plomo en la gasolina. En estos momentos en muchos países de la Unión Europea está prohibida la venta de este tipo de gasolina, en nuestros países aún se utiliza.

Hidrocarburos aromáticos cíclicos

Aparecen en las emisiones de los vehículos automotores, son altamente peligrosos y de alta actividad cancerígena.

Una parte considerable de las expulsiones de los gases nocivos a la atmósfera le corresponde al parque automotor. Los resultados más graves de esta influencia se producen en las ciudades donde las concentraciones de esta sustancia tóxica ponen en peligro directamente no solo a la raza humana y la supervivencia de la vida en la tierra, sino también en la destrucción de las edificaciones, la erosión del medio, la variación del clima y la estructura química de la atmósfera.

Los motores de combustión interna, fundamentalmente los de transporte automotor como conocemos son una fuente de contaminación de la atmósfera.

De esta forma podemos decir que al realizarse la remotorización se sustituye un motor de gasolina por uno diesel, y siempre que esto ocurra se elimina una fuente de emanación de monóxido de carbono al rebajar el índice de emanación en un 10 % o más.

motorización del camión Kamaz con Motor Mercedes Benz su impacto positivo al medio ambiente se fundamenta en la reducción del consumo de combustible, ya que al reducir el consumo reduce las emanaciones de gases contaminantes hacia a la atmósfera y al mejor sus prestaciones los ciclos de mantenimiento también se alargan, teniéndose que realizar menos mantenimientos con la reducciones del consumo aceite y la sustitución de filtros tanto de aceite como de combustible.



PDF Complete

*Your complimentary use period has ended.
Thank you for using PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

En este trabajo se cumplieron con el objetivo trazado al inicio del mismo, llegando a las siguientes conclusiones:

1. Se cumple con la condición de patinaje para el camión cargado, lo que justifica desde el punto de vista técnico el empleo de un motor Mercedes Benz en un camión Kamaz.
2. La fuerza tractiva máxima se desarrolla para la primera marcha con un valor de 4749,7 kg y una velocidad de desplazamiento del vehículo de 7,3 Km/h.
3. La pendiente máxima de ascenso para el asfalto es de (32°)
4. Por cada 100km de recorrido a una velocidad de 60km/h se tiene un ahorro de 3 litros con respecto al motor original, lo cual es provechoso para la empresa Viales de Ferrocarriles, por la economía de su vehículo
5. El sistema de suspensión delantera del camión remotorizado soporta el peso del motor Mercedes Benz ya que el coeficiente de seguridad es de (26,4), demostrando que está sobredimensionado.
6. El área útil de frenado de las bandas es mayor al área calculada por lo que el sistema de frenado cumple las exigencias de las nuevas condiciones de frenado del camión remotorizado.
7. El costo total de la remotorización del camión Kamaz con motor y caja de velocidades Mercedes Benz, realizada en el taller Soluciones Mecánicas (SOMEK) tiene un valor de 4401,15 CUC, si tomamos en cuenta que el valor de un camión Kamaz en el mercado internacional oscila alrededor de los 35 mil dólares se justifica desde el punto de vista económico la remotorización de este tipo de vehículo.

RECOMENDACIONES

- Aplicar las normas de consumo determinadas en el trabajo.
- No aplicar el máximo momento de torsión en la salida del camión sin carga ya que no se cumple la condición de patinaje, trayendo consigo vibraciones en el camión.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, Rubén y Rosa Rojas. "Contaminación - enfermedad, una relación sin registro oficial". La Jornada, 21 de enero de 1986.
- Benítez, Francisco, Construcción y cálculo de automóvil II. Habana. 1993. Editorial Enpes, págs. 115 a 134
- Barth, Matthew. Modelling Energy and Emissions from Heavy Duty Diesel Vehicles. University of California. October, 2001.
- Cancer Lahanne. Transporte de líquidos. Carros cisternas. Transporte 3. N0277. junio 2003.
- Colectivo de autores del CIT: Reingenierización del parque automotor del país. Informe CIT, 1997.
- Colectivo Autores. Funcionamiento y Características de Vehículos y Motores. Santiago de Cuba, Editorial Oriente, 1984. Págs. 98.
- Decker, H, Manual Bosch, págs. 2 a 10
- Fernández, Navarro. E. Influencia de los Combustibles en el Funcionamiento de los Motores de Combustión Interna. C. Habana. Editorial Pueblo y Educación. 1982. págs. 276 a 288.
- Guía para el mantenimiento y reparación de camiones KAMAZ tipo 6x6.
- Jójvaj. M. Motores del automóvil. URSS. Editorial MIR. 1987. Págs. 11 a 20.
- Martínez Acosta. 2008. Evaluación técnico económica de la remotorización del camión ZIL 130 con motor YUCHAI. 80h. Trabajo de diploma. Universidad Pinar del Río.
- Szczepaniak, Cezary, "Teoría del Automóvil". C. Habana. Editorial Pueblo y Educación. 1924 págs. 39, 53, 149, 153, 189
- Szekely, Francisco. El medio ambiente en México y América Latina México, Ed. Nueva Imagen, 1978. p. 28
- Vega Fuentes J. "Eficiencia Energética en el Transporte Automotor"; 2007

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS

ki/Kamaz

- <http://www.monografias.com/trabajos34/motores-combustion-interna/motores-combustion-interna.shtml>
- <http://search.msn.com/results.aspx?q=7+wonders+world&mkt=en-US&form=QBRE>
- http://www.chile.mid.ru/0ld/2001/bull_195_01.html
- <http://www.ciencias.holguin.cu/2008/Julio/articulos/ART14.htm>
- http://www.volvo.com/trucks/spainmarket/es/aboutus/Environment/fuel_consumption.htm
- <http://www.ilustrados.com/publicaciones/EEFyFEypIEfDtUzkGN.php>
- <http://www.anguera.com>
- <http://www.ilustrados.com/publicaciones/EEFyFEypIEfDtUzkGN.php>
- <http://fce.uncu.edu.ar/investigacion.pdf>
- <http://revista.consumer.es/discapitados/es/20011001/medioambiente/>



*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

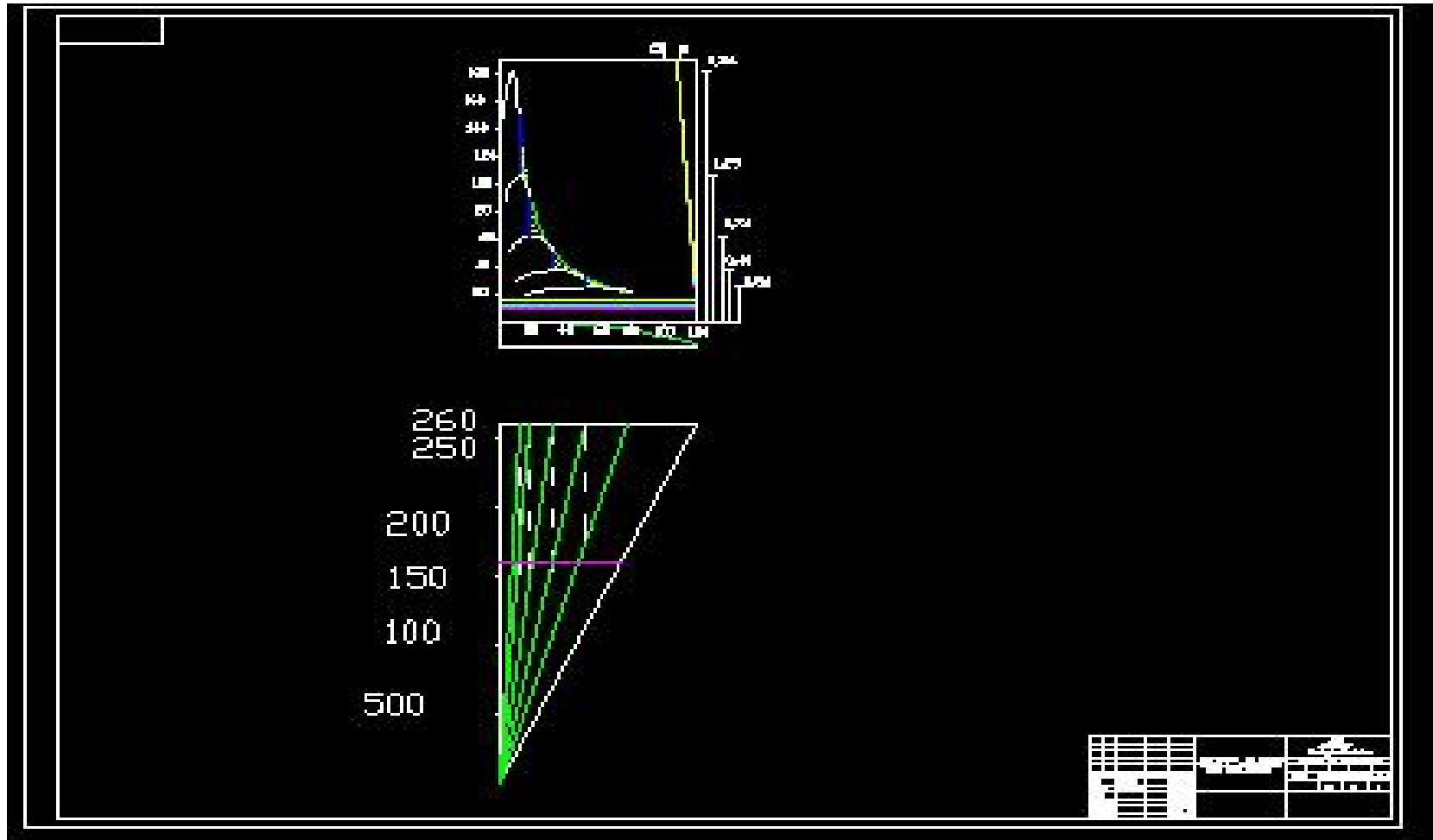
ANEXOS

Motorizado con motor y caja de velocidades Mercedes

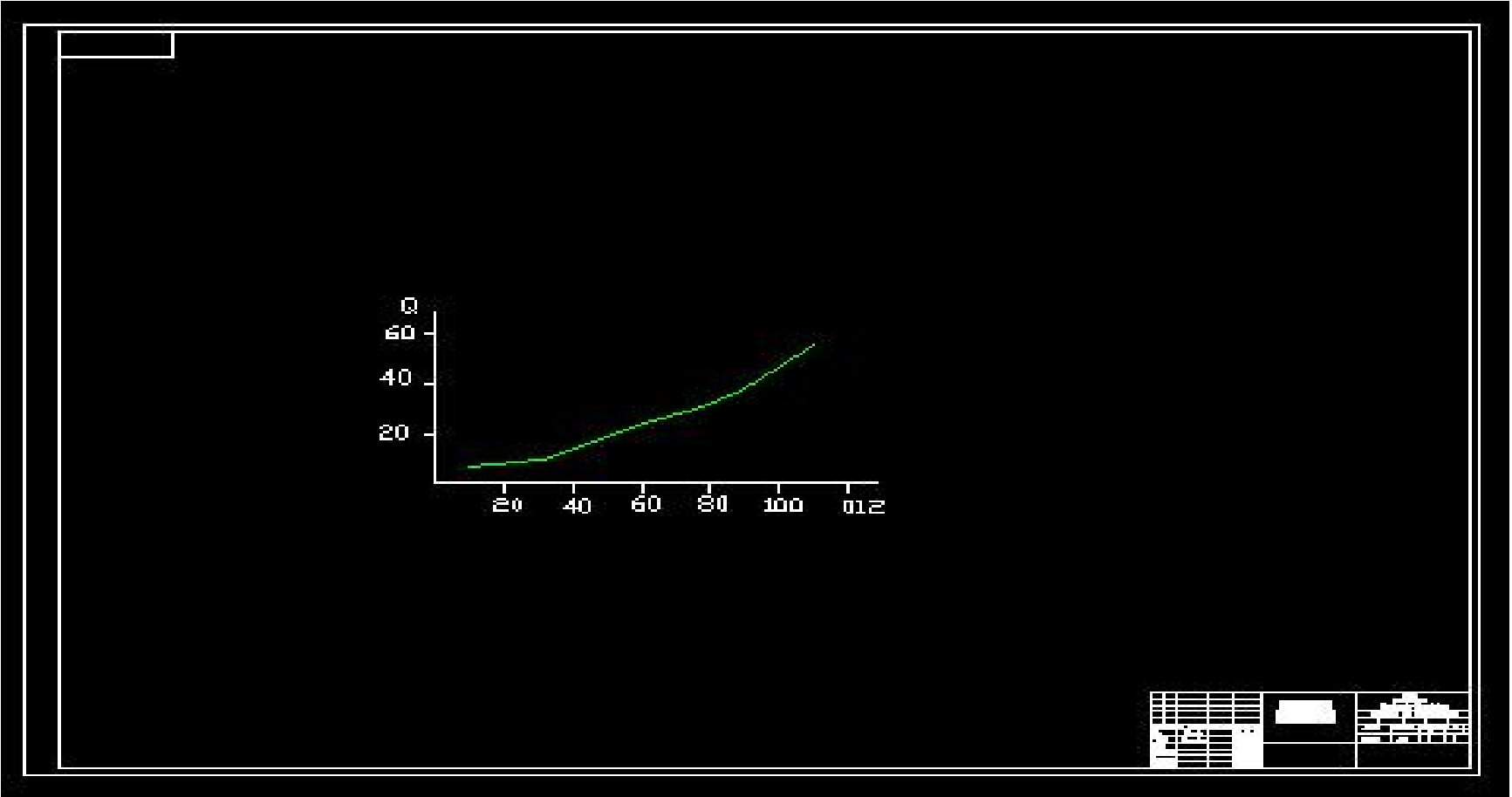
Benz



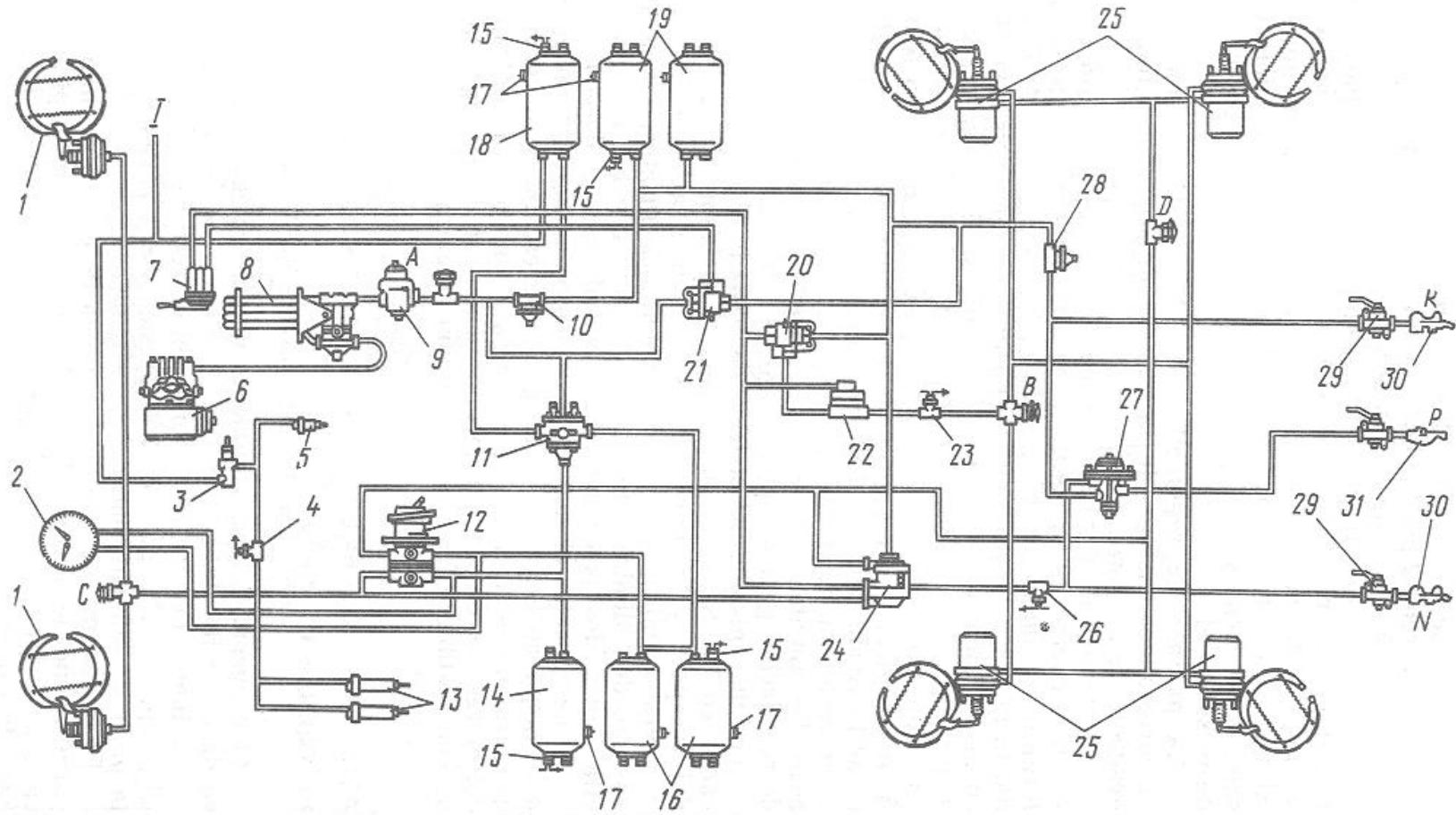
Anexo 2. Características tractivas de las cualidades de movimiento del camión Kamaz remotorizado.



Anexo 3. Consumo de combustible por cada 100km.



ma del accionamiento neumático de los sistemas de frenado del Kamaz.



Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

Anexo 5. Orden de trabajo (1)

Empresa de Soluciones Mecánicas de Pinar del Río
CONDUCE DE PRODUCCION TERMINADA PARA LA VENTA RCPT/26

No. 67 Fecha 15 de Dic 2008
 Taller LITTO OT No. 5-023 C Costo 700-705
 Cliente Fidocastrolas Código _____
 Dirección _____ Municipio _____
 Cla. Bancaria No. _____ Agencia _____
 No. De Contrato _____ Teléfono _____

Código	Descripción	Importe	
		MN	CUC
	<u>Mano de obra</u>		
	<u>Mano de obra 310h y 6.0</u>	<u>1860.0</u>	
	<u>Pieza nueva</u>	<u>160.09</u>	<u>109.28</u>
	<u>otros gastos</u>		<u>19.27</u>
	<u>Pieza reparada 35%</u>	<u>2600.36</u>	
	Total:	<u>4520.45</u>	<u>285.55</u>
	TOTAL GENERAL:	<u>4749.00</u>	

Elaborado por: _____ Certificado por: [Signature] Recibido por: [Signature]

Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

MANO DE OBRA					REVERSO NT-2					
(8) FECHA			(9) Oficio	(10) Labor Realizada	(11) Código Norma	(12) Horas Norma	(13) Horas Real	(14) Salario x horas	(15) Importe	(16) Tasa
D	M	HORA								
	11		mec A	Reparación Camión			68	2.407,40	166,97	
	11		Soldador	Conformar Soportes de calzos, soldar Tuberos y parte			20	2.207	45,01	
									211,98	
									19,27	
									231,25	
									98,28	
									329,53	
	12		Mec A. soldador	Reparación Camión Soldar Tuberos y conformación de elementos			25	2.407,40	61,38	
							20	2.207	45,01	
RESUMEN DE GASTOS										
CONCEPTO	Fila	Mes:	Mes:	Mes:	Mes:	Mes:	TOTALES			
							Importe	Tasa		
Mano de Obra	1									
Piezas	2									