



**Universidad
de Holguín**

FACULTAD DE INGENIERÍA
DPTO. INGENIERÍA MECÁNICA

ESTADO DE LA EXPLOTACIÓN TÉCNICA DE LOS CAMIONES NORTH BENZ DE LA UEB SERVICAR HOLGUÍN DURANTE EL AÑO 2017

TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

Autora: Carlos Alexis Romero Peña
Tutor: MsC. Buenaventura Rubén Rigol Cardona

HOLGUÍN 2018



PENSAMIENTO

... lo que con verdad puede llamarse un fin en la vida: ser un reformador del mundo.

John Stuart Mill.



DEDICATORIA

Al proyecto social que debo la posibilidad de ampliar mis horizontes.

A mi familia por brindarme su apoyo incondicional en todo momento.

A todos los profesores y personas que de una forma u otra han contribuido a mi formación.



AGRADECIMIENTOS

A todos los que me colaboraron, durante mis años de estudio.

A todos, GRACIAS



RESUMEN

En este trabajo de investigación se realizó una evaluación del estado de la explotación de la flota de camiones chinos de la marca North Benz, modelo 2528, que prestaron servicio durante el año 2017 en la UEB de servicio de carga SERVICAR Holguín, contando para ello con una flota de 33 equipos tractivos que constituyen el objeto de estudio de esta investigación. Este examen se enmarca en el comportamiento del sistema de mantenimiento e indicadores de explotación, estudiando para ello la información relativa al entorno dinámico de sus operaciones, sus principales características técnicas y permanencia en taller, identificando para ello los tiempos por roturas y mantenimientos planificados. Se observaron y jerarquizaron por clases de importancia los sistemas que ofrecieron mayor cantidad de fallos en el período, para obtener una visión de conjunto de los problemas que comienza a presentar el equipo luego de varios años de explotación y la efectividad de las acciones profilácticas, pudiéndose observar también el comportamiento energético y los componentes de costo de operaciones que se incrementan con el prolongamiento de su uso y la pérdida de cualidades operativas.



SUMMARY

On this investigation it was done an evaluation of the exploitation status observed on a 2528 model North Benz Chinese truck fleet, which worked on the SERVICAR Holguín enterprise during the year 2017. This cargo fleet is composed by 33 units, and they are the investigation's object of study. This study is framed on the maintenance system's performance and exploitation indicators, covering the information about the operations' dynamic environment, their principal technical characteristics and workshop stays for preventive and corrective maintenances. The truck's systems with bigger failures were observed and hierarchized on importance classes, in order to obtain a joint vision about the problems that started to appear in the trucks after several years of exploitation and the prophylactic actions effectiveness. It were observed also the energetic behavior and operations' cost components, that are increasing with the use extend and the operative qualities' loss.



INDICE

Tópicos	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	8
1.1. Sostenibilidad de un modelo socio económico	8
<i>1.1.1. Transporte sustentable</i>	10
<i>1.1.2. Implicaciones energéticas del transporte</i>	14
1.2. Planes Nacionales de Eficiencia Energética en América Latina y el Caribe (ALC)	17
<i>1.2.1. Experiencias internacionales de eficiencia energética</i>	20
<i>1.2.2. Evolución del transporte terrestre de carga por carretera en Cuba</i>	24
1.3. Eficiencia energética en el transporte terrestre de carga por carretera	25
1.4. Decisiones estratégicas	29
<i>1.4.1. Adquisición del vehículo</i>	29
<i>1.4.2. Motor</i>	30
<i>1.4.3. Tecnología</i>	30
<i>1.4.4. Transmisión</i>	31
<i>1.4.5. Pesos y capacidades</i>	31
<i>1.4.6. Capacitación y formación de los conductores</i>	32
<i>1.4.7. Componentes para la mejora de la eficiencia energética</i>	33
1.5. Decisiones operativas	38
1.6. Decisiones de logística	42
1.7. Otros enfoques para la Eficiencia Energética	46
1.8. Mediciones de la Eficiencia Energética	51
1.9. Conclusiones del capítulo	53



Tópicos	Pág.
CAPÍTULO 2. ESTADO DE EXPLOTACIÓN TÉCNICO DE LOS CAMIONES NORTH BENZ EN SERVICAR DURANTE EL AÑO 2017..	54
2.1. Caracterización de la UEB ServiCar Holguín.....	54
<i>2.1.1. Caracterización del parque automotor de ServiCar Holguín.....</i>	56
<i>2.1.2. Caracterización del servicio de taller.....</i>	57
<i>2.1.3. Flujo tecnológico.....</i>	58
2.2. Caracterización de la flota de camiones North Benz en la UEB ServiCar.....	59
2.3. Evaluación del sistema de mantenimiento de la UEB ServiCar Holguín.....	65
<i>2.3.1. Desempeño del mantenimiento en la flota North Benz.....</i>	67
<i>2.3.2. Comportamiento del mantenimiento correctivo en ServiCar.....</i>	69
<i>2.3.3. Comportamiento del mantenimiento preventivo planificado.....</i>	72
<i>2.3.4. Evaluación de los principales fallos por sistemas.....</i>	74
2.4 Evaluación de los principales índices de explotación de los camiones North Benz en el año 2017.....	76
2.5. Conclusiones del capítulo.....	82
CONCLUSIONES.....	84
RECOMENDACIONES.....	85
BIBLIOGRAFÍA.....	86



INTRODUCCIÓN

Para las empresas de transporte el tema de la eficiencia energética sobrepasa por mucho a la responsabilidad social que como empresas tienen. Al ser el combustible el principal ítem de costo de este servicio (aproximadamente un 25 % a 35 % de la estructura de costos totales, dependiendo del precio del diesel), un programa de eficiencia energética en las compañías de transporte incide directa y favorablemente en sus resultados financieros.

De forma general, el objetivo de cualquier gestión eficiente de operaciones de Transporte de Carga por Carretera (TCC) apunta a cumplir las condiciones del servicio definidas por el cliente, operando una flota adecuada, rodando la menor cantidad de kilómetros, transportando la mayor cantidad de carga por kilómetro rodado y con los mejores estándares de rendimiento de combustible. Por lo tanto, cuando hablamos de un proyecto de Eficiencia Energética (EE) en empresas de TCC, junto con reducir las externalidades negativas generadas por el sector, se disminuyen los costos operacionales por ahorro de combustible y se prolonga la vida útil del vehículo, mediante una conducción racional, el uso de combustibles más limpios y un mantenimiento eficaz.

Los pasos para una gestión “energéticamente eficiente” de flotas tienen relación con, primero, caracterizar en base a información oportuna y fiable, los estándares de consumo energético de las flotas y las operaciones actuales (determinación de la línea base), para luego, a partir de conocimiento especializado, desarrollar proyectos y programas prácticos con acciones concretas tendientes a disminuir los consumos. Esto es perfectamente válido para gestiones básicas de flotas, así como para la gestión de grandes operaciones.

Un programa de EE al interior de las empresas de TCC, es esencialmente un proyecto de excelencia operacional que requiere de una gestión basada en procesos, información, seguimiento y la mejora continua en base a indicadores concretos, monitoreables y evaluables a lo largo del tiempo. Otro de los factores críticos, es el desarrollo y actualización de competencias humanas, de modo de dotar a los conductores y empleados de las empresas del sector, con las herramientas y habilidades necesarias para hacer frente a este nuevo escenario.

La eficiencia energética es un concepto que se ha instalado con fuerza en la agenda pública de los últimos años y puede referirse a dos conceptos:

- a) la eficiencia en conversión energética que describe la transformación de energía desde su forma natural, en una forma que puede ser utilizado por el hombre. De tal forma la eficiencia de una máquina depende, entre otros factores, de la calidad de energía consumida. Por ejemplo, un motor diésel tiene una eficiencia energética de 45 % [Kuberczyk y otros, 2009]¹, y los motores eléctricos puede tener una eficiencia energética de conversión hasta un 96 % [Nozawa, 2009]²; y
- b) la eficiencia energética por unidad de producción, que mide cuanta energía se consume durante la producción de una unidad [Orta, 2010]³.

El incremento del costo de los combustibles fósiles, el cambio climático y los problemas de suministro energético, han sido los principales hechos que han motivado este proceso.

Si existe un sector en el cual esta nueva realidad energética y ambiental implica una oportunidad, es el transporte. El impacto del sector en la matriz de consumo energético de los países y su peso en las emisiones de gases efecto invernadero y contaminantes, lo ubican en el centro de las enormes transformaciones impulsadas por esta nueva realidad. El transporte representa cerca del 19 % del consumo global de energía y el 23 % de las emisiones relativas a la energía de dióxido de carbono (CO₂) estimándose que de no mediar acciones inmediatas, el consumo de energía y las emisiones de CO₂ relacionadas al transporte, se elevarían cerca de un 50 % al 2030 y más del 80 % al 2050. En el caso particular del transporte por carretera en los países en vías de desarrollo, se esperan crecimientos de 2,8 % al año al 2030.

En América Latina, el TCC se encuentra en un momento de “toma de conciencia energética y ambiental”, con un potencial enorme de despertar la mayor transformación que esta industria haya experimentado. Esta es una transformación que, en lo esencial, demandará un fuerte impulso por la profesionalización y formalización de la estructura industrial y empresarial del sector.

En este contexto, el transporte está llamado a constituirse en un actor central en la dinámica transformadora, tanto por su peso en la matriz de consumo energético, que está entre (30 y 35) % de los consumos nacionales de energía. En el caso particular del TCC, prácticamente la totalidad de ese consumo son derivados de petróleo. Es por ello, que analizar la eficiencia energética en este sector, y específicamente en el TCC, implica mirar su realidad a todo nivel: matriz modal, estructura industrial, marco regulatorio, competencias de

gestión, nivel de penetración de tecnologías, entre otros. Más aún, en el caso del TCC, si se aborda correcta y profesionalmente el tema de la eficiencia energética, sus resultados se verán reflejados directa y concretamente en mejoras de su rentabilidad económica, las que justifican por si solas su adopción.

El desafío entonces es fortalecer las estructuras de gestión de las empresas de TCC, para construir de forma acelerada y sistemática, una cultura de eficiencia energética, de acuerdo con las herramientas que hoy se encuentran disponibles para ello. Para el TCC la conservación de energía no debería verse como una imposición o sacrificio, sino que como una oportunidad real de mejorar la productividad y competitividad de las empresas.

Las transformaciones del TCC parten de que la incidencia del transporte en la cadena de suministro se ha visto incrementada, en las últimas décadas, por la dinámica competitiva y de consumo actual, la “deslocalización” de la producción y el paradigma de la disminución de existencias en la cadena, sustituyéndose almacenaje por transporte. En este contexto, el desarrollo de la industria del transporte y la distribución, ha visto como los servicios requeridos por los clientes se han complejizado. Hoy día no es suficiente cumplir con la premisa básica del transporte: gestionar el flujo físico de las mercancías, movilizándolo la carga en el plazo convenido y sin daños. A lo anterior se agregan a lo menos tres flujos que deben ser administrados y que se entienden como parte integral de un servicio de transporte y distribución moderno: flujos de información, documental y de valores, constituyéndose de esta forma -- el transporte -- en un prestador de servicios en diferentes dimensiones y elemento central de una gestión integrada de la logística.

Sin embargo, para que esto suceda satisfactoriamente, se requiere resolver una serie de condiciones que limitan el desarrollo del sector, como una estructura industrial caracterizada por la presencia importante de micro-operadores, la elevada antigüedad media del parque de vehículos, bajas restricciones de acceso a la actividad, exigencias menores en seguridad, en control de emisiones y otros, que, en resumen, determinan que un segmento relevante de la industria opere en la informalidad. Lo anterior, se ve agravado por la falta de incentivos a los propietarios de vehículos o transportistas autónomos para su asociatividad, incorporación a redes o empresas profesionalizadas de servicios de transporte o su salida del sector, lo que en conjunto con lo anterior, produce la precariedad que caracteriza esta industria y que se conoce como “transporte de subsistencia”.

Resulta errado pensar que las tarifas de subsistencia, que habitualmente se verifican en contextos de exceso de oferta, atomización e informalidad, puedan ser vistas como un factor de competitividad de los países, al representar para las compañías usuarias de estos servicios, costos logísticos relativos menores. Esto no es otra cosa que un factor de enorme riesgo para la sustentabilidad de la industria del transporte y de los propios dadores de carga, y un impedimento para la profesionalización. El verdadero desafío es llegar a esas tarifas a través de un proceso de desarrollo del sector que asegure que su nivel de tarifas es realmente una señal de mayor productividad y eficiencia, sustentables en el tiempo.

La EE en el TCC se refiere a la cantidad de energía que se utiliza para que las empresas tengan acceso a productos, materias primas, mercados y clientes, y las personas accedan a los bienes que necesitan. De forma general, una mejora en la EE de las operaciones de transporte de carga dice relación con:

- Cambios en la distribución modal: Incentivando el uso de modos de transporte de mayor eficiencia y menos contaminantes, a través de una adecuada complementación del ferrocarril, transporte fluvial o del cabotaje marítimo con el TCC.
- Utilización de vehículos eficientes: Se estima que los avances en motores de última generación, desarrollo de equipos livianos, mejoras aerodinámicas, mejores neumáticos, etc. significará la posibilidad de disponer de equipos hasta (30 ó 40) % más eficientes al 2030. La adopción de estas tecnologías está fuertemente determinada por el nivel de ingreso de los países y sus resultados por la capacidad de gestión adecuada de dichas tecnologías de parte de los operadores.
- Mejoras en la gestión de flotas: Mediante la utilización de sistemas tecnológicos de gestión de transporte y técnicas de programación logística, que aseguren un mejor uso de los camiones, evitando viajes innecesarios, mejorando los factores de ocupación y mejorando la eficiencia en la manipulación y ruteo de la carga. Se espera disminuir los tiempos muertos, eliminar viajes innecesarios y por ende reducir el consumo de combustible y la contaminación asociada.

La dinámica para un transporte sustentable guarda relación con un ciclo caracterizado por procesos logísticos integrados, basados en servicios de transporte eficientes e integrados. Entre otras cosas, lo anterior significa internalizar los impactos ambientales, urbanos, sociales y económicos de esta realidad, lo que plantea nuevas exigencias a los servicios de

transporte. El gran reto es que esta dinámica o ciclo, puede transformarse en un círculo vicioso que encarezca, dificulte e incremente los impactos negativos, y que en definitiva termine siendo una traba para el desarrollo sustentable, o por el contrario se transforme en un círculo virtuoso en que cada ciclo mejore los estándares económicos, ambientales y sociales al respecto, llegando incluso a transformarse en una ventaja competitiva nacional, mejorando y ampliando el acceso a los mercados.

Tras todos los Planes Nacionales de EE y sus consideraciones hacia el sector del TCC, existen ciertas ideas comunes que se resumen en que el uso eficiente de energía es una opción estratégica de la política energética de los países y el TCC en este contexto es un sector relevante y con un alto potencial de mejora. Se observa que el éxito de un Plan de EE se basa en:

- Establecer una política con visión de largo plazo, que parta de un diagnóstico integral de la realidad de la estructura del transporte y la logística y considere las necesidades reales de la economía nacional.
- Marco institucional y conceptual que asegure la coherencia y coordinación de las políticas de EE nacionales y sectoriales.
- Necesaria colaboración entre gobierno, empresarios, dadores de carga y operadores de los distintos modos de transporte, estableciendo metas claras, monitoreables y evaluables en un esquema de mejora continua.
- Priorizar la asignación de los recursos según la eficacia e impacto de los distintos instrumentos y líneas de acción, y basados en una visión de lo que debe ser un sistema de transporte sustentable.

De forma general los obstáculos principales a superar para la EE en el TCC dicen relación con tres temas centrales: la capacidad y velocidad con que las organizaciones de TCC conocen, adaptan y aplican tecnologías y buenas prácticas energéticas; los obstáculos económicos en cuanto al acceso a tecnologías superiores, así como a financiamiento en un contexto de estructura industrial caracterizado por la sobreoferta, tarifas bajo los costos totales e informalidad; y el obstáculo cultural que no tiene a la EE internalizada en las prioridades corporativas y los hábitos cotidianos, particularmente del recurso humano estratégico de esta industria: los conductores. Estos obstáculos se potencian y

retroalimentan por lo que un Plan Nacional de EE debe abordarlos desde una perspectiva integral que apunte a la formalización y profesionalización de este sector.

Situación problemática: La explotación eficiente de la flota de camiones North Benz en la empresa SERVICAR Holguín, resulta importante para obtener adecuados costos de transportación, por lo que se necesita establecer sus principales parámetros de explotación.

Problema de investigación: ¿Cuál es el estado de explotación técnica de los camiones North Benz de la UEB SERVICAR Holguín?

Objeto de estudio: Los camiones North Benz de la UEB SERVICAR Holguín.

Campo de acción: El estado de explotación de los camiones North Benz en la misma.

Objetivo general: Determinar el estado de explotación técnica de los camiones North Benz en la UEB SERVICAR Holguín.

Hipótesis: Si se conoce el estado de explotación técnica de los camiones North Benz, se podrán trazar estrategias para hacer más eficiente el servicio de transporte de carga y que permitan obtener mejores resultados.

Tareas de la investigación:

1. Estudiar de las características técnicas de los camiones North Benz.
2. Conocer el desempeño del sistema de mantenimiento de los camiones North Benz.
3. Evaluar los principales índices de explotación de los camiones North Benz.
4. Determinar sus parámetros fundamentales de explotación técnica.

Métodos empleados:

Métodos empíricos.

- **Observación:** Permitted la recolección de la información relativa a los indicadores de explotación y la gestión del mantenimiento para la confección de una evaluación.
- **Consulta a especialistas:** Se entrevistó el personal técnico para conocer los parámetros de explotación y respuestas dinámicas de los equipos, así como la influencia del mantenimiento en el desempeño de los mismos.
- **Consulta de documentos:** Se realizó la revisión de los documentos de control de la gestión de la flota para obtener los datos que permitieran realizar una evaluación de la misma.

Métodos teóricos:

- **Método histórico - lógico:** Se emplea para establecer el estado del arte del tema de investigación, como un marco teórico referencial, que permita estar al tanto sobre la base investigativa en la que se sustentará el desarrollo del tema objeto de estudio.
- **Inducción - deducción:** Permite el desarrollo de aspectos generales, partiendo del análisis de fenómenos particulares, que constituyen puntos de partida para la inferencia y confirmación de nuevas formulaciones teóricas.
- **Análisis y síntesis:** Se aplica para identificar los principales factores que median sobre el fenómeno estudiado, siendo así una potente herramienta para la detección de elementos cardinales en el proceso de investigación.

Resultados esperados: Obtener un análisis energético que permita la detección de los principales indicadores de consumo, con el fin de fijar los parámetros de explotación óptimos del parque de equipos.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

1.1. Sostenibilidad de un modelo socio económico.

En ecología, la sostenibilidad o sustentabilidad describe cómo los sistemas biológicos se mantienen diversos y productivos en el transcurso del tiempo. Se refiere al equilibrio de una especie con los recursos de su entorno. Por extensión, se aplica a la explotación de un recurso por debajo de su límite de renovación, desde la perspectiva de la prosperidad humana [ONU, 1987]⁴.

La sostenibilidad es un proceso socio - ecológico caracterizado por un comportamiento en busca de un ideal común [Wandemberg, 2015]⁵. Un ideal es un estado o proceso inalcanzable en un tiempo / espacio dados pero infinitamente aproximable, y esta aproximación continua e infinita inyecta sostenibilidad en el proceso. Sólo los ideales sirven de referentes en un ambiente turbulento y cambiante. Es un término ligado a la acción del hombre en relación a su entorno, se refiere al equilibrio que existe en una especie basándose en su entorno, y todos los factores o recursos que tiene para hacer posible el funcionamiento de todas sus partes, sin necesidad de dañar o sacrificar las capacidades de otro entorno [Ambiente, 2014]⁶.

Por otra parte, sostenibilidad en términos de objetivos, significa satisfacer las necesidades de las generaciones actuales, sin afectar la capacidad de las futuras, y en términos operacionales, promover el progreso económico y social respetando los ecosistemas naturales y la calidad del medio ambiente [Álvarez, 2005]⁷.

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible aprobada por la Organización de Naciones Unidas (ONU) en 2015 propone los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para el desarrollo universal hasta el año 2030. La Agenda apunta a objetivos y metas de mediano y largo plazo con un enfoque de integralidad del desarrollo, lo que señala la importancia de contar con planes de inversión u hojas de ruta con una dimensión de largo plazo, que permitan abordar las actuales brechas de infraestructura, aprovechando todas las ventajas de los países de la región y preparándolos para afrontar desafíos y oportunidades del futuro.

La reducción de consumo de combustibles fósiles y la discusión sobre otras alternativas son temas de debate y prioridad a nivel global. La búsqueda por energía asequible y no contaminante forma parte de los 17 objetivos de desarrollo sostenible. Este objetivo pide

ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios de energía modernos y sostenibles para todos en los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, los pequeños estados insulares en desarrollo y los países en desarrollo sin litoral, en consonancia con sus respectivos programas de apoyo.

La puesta en práctica del desarrollo sostenible tiene como fundamento ciertos valores y principios éticos. La Carta de la Tierra [Carta de la tierra, s/f]⁸ presenta una articulación comprensiva e integral de los valores y principios relacionados a la sostenibilidad. Este documento, declaración de la ética global para un mundo sostenible, fue desarrollado a partir de un proceso altamente participativo global, por 10 años, iniciado en la Cumbre de Río '92, y el cual culminó en el año 2000. Su legitimidad proviene precisamente del proceso participativo el cual fue creado, ya que miles de personas y organizaciones de todo el mundo brindaron su aporte para encontrar esos valores y principios compartidos que pueden ayudar a las sociedades a ser más sostenibles. Actualmente existe una creciente red de individuos y organizaciones que lo utilizan como instrumento educativo y de incidencia política [Carta de la tierra, s/f]⁹.

La sostenibilidad, en escala y contexto, se estudia y maneja a varios niveles de tiempo y espacio y en muchos contextos de organización económica, cultural, social y ambiental. Se enfoca como sostenibilidad total del planeta a la sostenibilidad de sectores económicos, países, municipios, barrios, casas; bienes y servicios, ocupaciones, estilos de vida, etc. En resumen puede incluir el total de actividades humanas y biológicas o partes especializadas de ellas [Working Group, 2003]¹⁰. Existen los siguientes tipos de sostenibilidad:

- **Ambiental:** Se refiere a la capacidad de mantener los aspectos biológicos en su productividad y diversidad a lo largo del tiempo, y de esta manera ocupándose por la preservación de los recursos naturales para fomentar una responsabilidad consciente sobre lo ecológico, y al mismo tiempo crecer en el desarrollo humano cuidando el ambiente donde se vive.
- **Económica:** Se refiere a la capacidad de generar riqueza en cantidades adecuadas, equitativas en distintos ámbitos sociales, que sea una población capaz y solvente de sus problemas económicos, y fortalecer la producción y consumo en sectores de producción monetaria.

- Política: Se refiere a redistribuir el poder político y económico, que existan reglas congruentes en el país, un gobierno seguro y establecer un marco jurídico que garantice el respeto a las personas y el ambiente, fomentando relaciones solidarias entre comunidades y regiones para mejorar su calidad de vida y reducir la dependencia de las comunidades, generando estructuras democráticas.
- Social: Se refiere a adoptar valores que generen comportamientos como el valor de la naturaleza, principalmente mantener niveles armónicos y satisfactorios de educación, capacitación y concientización ya que así se apoya a la población a superarse, se refiere a mantener un buen nivel de vida en la población, en los aspectos sociales ya sea el enrolamiento de las personas para crear algo nuevo en la sociedad donde forman parte.

Las medidas de sostenibilidad son cuantitativas y se están desarrollando para formular métodos de manejo ambiental. Algunas de las mejores medidas en el presente son: el triple resultado, el Índice de Desempeño Ambiental y el Índice de Sostenibilidad Ambiental.

La incapacidad de la especie humana para vivir en armonía con el planeta, y la gran interacción entre hombre y sistema natural, son los grandes problemas medioambientales de hoy. Hasta nuestros días, ninguna especie, excepto el hombre, ha conseguido modificar tan substancialmente, en tan poco tiempo, las características propias del planeta. Así, se plantean los grandes problemas planetarios siguientes: Superpoblación y desigualdad, Incremento del efecto invernadero, Destrucción de la capa de ozono, Humanización del paisaje, Pérdida de biodiversidad y La erosión, la desertización y la destrucción de la selva. Y a escala local: El sistema productivo, El agua, Los residuos domésticos, Suministro energético y El sistema de transportes. Al mismo, se dedicará el próximo epígrafe.

1.1.1. Transporte sustentable.

Se comenta que el transporte constituye un “problema” para el medio ambiente cuando en realidad su génesis está en la propia población que demanda ese servicio. Ahora bien, más que dos variables opuestas que se alejan y viajan separadas en el tiempo y en el espacio, hay que intentar aunarlas, que se respeten y que sus efectos nocivos sean los mínimos posibles. Sin embargo, el desarrollo del transporte es considerado, en sentido amplio, como sinónimo de riqueza, progreso y como un bien en sí mismo que debe potenciarse. Buena parte de la población clama por más infraestructuras y de mayor calidad, medios de

transporte potentes y rápidos, y mayor volumen de servicios de transporte que facilite el desplazamiento de personas y mercancías. Es habitual, por otro lado, aminorar los efectos perniciosos de aquellos elementos que tanto anhelan, y sobre todo cuando se acompañan de la ciencia y tecnología ya experimentadas en países desarrollados. Es decir, el esplendor de las nuevas infraestructuras justifica sobremanera cualquier objeción o impacto negativo [Garrido, 1999]¹¹.

Los estilos de vida sustentables (o sostenibles) son una característica demográfica que define a un segmento de mercado relacionado con vida sustentable e iniciativas ecológicas. Generalmente está compuesto de un segmento de la población que es relativamente solvente y tiene un alto nivel de educación. El *World Watch Institute* reportó que el segmento de mercado de estilos de vida sustentables en Estados Unidos de América representó 300.000 millones de dólares estadounidenses en 2006, lo cual equivale al 30 % de los consumidores del país. De las 16 empresas más sostenibles en 2016, según la revista Forbes, la empresa BMW de Alemania ocupa el primer lugar, lo cual indica que tal posición no es utópica en el sector automotriz.

Con la creciente preocupación del agotamiento de las reservas de petróleo, el calentamiento global exacerbado por las emisiones de carbono y los altos precios de los combustibles, la industria automotriz convencional se está convirtiendo cada vez menos confiable en cuanto a la sustentabilidad. Son necesarias las revisiones al sistema de transporte público que fomenten la movilidad, el transporte de bajo costo y ambientes urbanos más sanos. Dichos sistemas de transporte urbano deberían consistir en una combinación de trolebuses, autobuses, senderos de bicicletas y caminos de peatones, quienes opten por dejar sus autos en casa, lo cual es posible a través de mejoras en los tiempos de traslado, la confiabilidad, la seguridad y la cobertura de la red de transporte público. Un sistema de transporte público atractivo y conveniente puede competir contra las opciones privadas de transporte.

Los sistemas de transporte, como el metro o la red de autobuses urbanos, ayudan a una gran cantidad de personas a disminuir su dependencia de la movilización por automóvil y disminuye dramáticamente la cantidad de emisiones de carbono causadas por los automóviles, además de que dicho transporte utiliza cerca de una tercera parte de la energía generada a partir de combustibles fósiles, emite una quinta parte de los gases de efecto invernadero y, en promedio, consume 8 % del tiempo menos. El que un grupo de personas

acuerden usar un solo automóvil para transportarse es otra alternativa para reducir el consumo de gasolina y las emisiones de carbono, además de pensar en que es necesario facilitar y agilizar los cambios modales, para lo cual se recomienda el uso de estacionamientos accesibles donde se cambien los vehículos particulares por otros medios de transporte.

Asimismo, todas las opciones motorizadas deberán incorporar tecnologías limpias (vehículos diésel con trampas de partículas o híbridos) con combustibles limpios (Gas Natural Comprimido, Diésel de ultra bajo azufre) enfatizando el control de material particulado menor a 2,5, por representar uno de los mayores riesgos de salud pública en calidad del aire.

En comparación con los automóviles, las bicicletas son un excelente ejemplo de eficiencia de energía para transportación personal. Ellas incrementan la movilidad mientras disminuyen la congestión vial, decrecen la contaminación del aire y el ruido, y aumentan la actividad física del que la usa. Lo más importante es que no emiten dióxido de carbono. Además, su uso como transporte alternativo forma parte de la acción que consiste en disminuir la intensidad del forzante radiactivo -cualquier cambio en la radiación entrante o saliente de un sistema climático- y reducir los efectos potenciales del calentamiento global. De esta manera sustentable se ayuda a reducir las concentraciones de gases de efecto invernadero, la posible reducción en el consumo de petróleo y las emisiones de CO₂.

Los programas de bicicletas compartidas están comenzando a tener su explosión alrededor del mundo, y son un claro ejemplo de éxito en ciudades como París, Ámsterdam y Londres. Esos programas ofrecen kioscos y estaciones de depósito en donde se puede acceder a una de los cientos de ellas que se ofrecen en diversos puntos de varias ciudades a cambio de membrecías de bajo costo.

Recientemente ha ocurrido la expansión de las bicicletas eléctricas, especialmente en China y en otros países asiáticos. Son similares a los vehículos híbridos en cuanto a que poseen una batería de acumuladores y pueden ser conectadas a un enchufe para recarga cuando sea necesario. En contraste con los autos híbridos, no requieren gasolina. La transportación sustentable adecuada depende de la infraestructura de la ciudad y la planeación que incorpora el tránsito eficiente de vehículos, junto con caminos seguros para los ciclistas y los peatones.

Algunas iniciativas importantes sobre el transporte sostenible son las siguientes:

- El 31 de mayo de 2002 el EMBARQ-*The World Resources Institute Center for Sustainable Transport* firmó un acuerdo con el gobierno de Ciudad de México, para formalizar un compromiso de cooperación por 5 años para aplicar el Programa para el Transporte Sustentable en ella. Se creó el Centro de Transporte Sustentable de la Ciudad de México, con fondos del *Global Environmental Fund* y Shell Foundation, como un programa del Centro Interdisciplinario de Biodiversidad y Ambiente [CTS, 2008]¹².
- El **ViveBús** es un sistema de autobús de tránsito rápido (*Bus Rapid Transit*) que presta servicio en Chihuahua, Chihuahua, México. Su planeación, construcción y operación está bajo control de la Dirección de Transporte del Gobierno del Estado. Cuenta con una sola línea troncal, inaugurada el 24 de agosto de 2013, que recorre de Sur a Norte con 20,44 kilómetros [El Pueblo, 2013]¹³.
- El **tranvía de Las Condes** será una línea de tranvía del sector oriente de Santiago de Chile, que conectará 8,8 kilómetros, desde la estación Manquehue de la línea 1 del metro con el centro comercial Portal La Dehesa en unos 20 minutos. Costará 250 millones de dólares. Entre las características beneficiosas se encuentra que es eléctrico y silencioso, amigable con el medio ambiente, es seguro para las personas y será un sistema muy regularizado con los tiempos entre tranvías [Plataforma urbana, 2014]¹⁴.
- **Zanella Zity**: Es un proyecto desarrollado en conjunto por Zanella y automotrices Chinas, se trata del automóvil económico argentino, más estable y seguro que la motocicleta y costará unos 1.666 USD. Es de tamaño reducido, tiene 3 ruedas, 4 puertas, 1 portón trasero, carrocería en fibra de vidrio, y un motor monocilíndrico de 200 cm³ y 15 caballos de fuerza. El motor es el mismo del Zanella Z Max 200 Truck, que la empresa argentina fabrica desde mayo de 2011, con componentes chinos. Fue diseñado para ser ágil y sustentable, Zanella lanzará al mercado nacional, progresivamente, su nuevo vehículo de 3 ruedas que cubrirá el segmento de los autos populares y económicos. El Zity, es una motocicleta con mejoras que se producirá en la planta de Caseros. Es el primer paso de la industria automotriz argentina y latinoamericana [El cronista, 2011]¹⁵.
- **Metrobús** (Buenos Aires). Es un sistema de carriles exclusivos para colectivos que se puede homologar como autobús de tránsito rápido, inaugurados el 31 de mayo de 2011.

Durante su construcción se percibieron dudas de la efectividad del servicio, una vez puesto en marcha se ha notado la reducción considerable de tiempo al viajar en sus líneas. Según el Gobierno de la Ciudad, el tiempo de viaje se ha reducido en 40 %, aunque críticas señalan que esta reducción puede deberse a la menor cantidad de paradas en el recorrido. El sistema traslada a 522.000 pasajeros por día [La Nación, 2015]¹⁶.

Como bien plantean [Mendoza y otros, 2016]¹⁷, el ruido constituye uno de los aspectos relevantes a considerar en los estudios de impacto ambiental para alcanzar un transporte sustentable, debido a los efectos y daños a la salud. Esta fuente muestra un esquema general del conocimiento y estado del arte del ruido definiendo la importancia por sus efectos en la salud humana. Se plantea también un panorama de los antecedentes del ruido en México en su legislación. Se muestra un resumen de los trabajos de la medición del ruido en carreteras por el Instituto Mexicano del Transporte en 4 estados. Finalmente se muestran los esquemas en los que se propone abordar las medidas de mitigación del impacto del ruido del transporte carretero en el medio ambiente, donde se proponen diferentes medidas, agrupadas en tres aspectos básicos: legislación; planeación y construcción de vías de comunicación, y medidas de mitigación en vías construidas. Se concluye con una serie de recomendaciones para determinar los niveles de ruido, que se deben aplicar en la normatividad mexicana y los comentarios sobre los estándares internacionales para el control del ruido ambiental. Si bien no se ha desarrollado un estudio del ruido emitido por la flota objeto de estudio, se considera importante tenerlo presente para futuros esfuerzos.

1.1.2. Implicaciones energéticas del transporte.

Todas las actividades humanas dependen en gran medida de la disponibilidad y el uso de diversas formas y fuentes de energía para llevarlas a cabo. A tal punto esto impacta en el desarrollo de las sociedades, que algunos científicos han propuesto clasificar el nivel de avance tecnológico de las civilizaciones según la cantidad de energía que, a escala planetaria, consumen. La más famosa de estas formas de clasificación, la escala de Kardashev [Trenude y Carranza, 2014]¹⁸, del astrónomo soviético homónimo en 1964, establecía tres niveles:

- Tipo I = la civilización usa toda la energía recibida en el planeta desde el Sol. Esto es, aproximadamente, entre 10^{16} y 10^{17} watts.

- Tipo II = la civilización usa toda la energía radiada por el Sol. Es decir, aproximadamente $4 \cdot 10^{26}$ watts.
- Tipo III = la civilización está en condiciones de usar toda la energía de la luminosidad de una galaxia como la Vía Láctea. Es decir, en el orden de $4 \cdot 10^{37}$ watts.

Esta escala ha sido ampliada por varios científicos, como Karl Sagan [Sagan, 2000]¹⁹ y Michiu Kaku [Kaku, 2011]²⁰, coincidiendo en que nuestro nivel presente es de 0,72, es decir menos que una Tipo I, estimando que se alcanzaría este nivel en 100 ó 200 años.

Cualquiera sea el criterio que adoptemos, es claro que a medida que la civilización se desarrolla ejecutará mayor cantidad de acciones, y que éstas consumen esa energía disponible, tanto para modificar el entorno a fin de adecuarlo a las actividades humanas, o para obtener recursos naturales requeridos por la sociedad y disponer de los excedentes, o para procesar esos recursos y transformarlos, y finalmente transferir los recursos o los bienes producidos entre las distintas etapas.

El sector del transporte es un gran consumidor de energía, representando 19 % del consumo mundial de energía final en 2013. El mismo sector representará 97 % del aumento del consumo de petróleo mundial entre 2013 y 2030. Las consiguientes implicaciones (en consumo energético y emisiones de gases de efecto invernadero) de un sector transporte dominado por el petróleo, apuntan a que la reducción del combustible utilizado en el sector sea (y debe ser) una de las más altas prioridades para todos los países [CEPAL, 2016]²¹.

Además, el transporte es responsable de una cuarta parte de las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con la energía. Sin medidas radicales que les pongan freno, cabe esperar que las emisiones del transporte asciendan de 7,7 gigatoneladas (Gt) a alrededor de 15 Gt para 2050. Se trata de un problema mundial: en el 45 % de los países el transporte es la mayor fuente de emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con la energía, en el resto es la segunda. Por tanto, el transporte tiene que ser un elemento clave de cualquier solución eficaz.

El sector transporte terrestre de carga es uno de los segmentos de mayor dinamismo en la sociedad y a través de su gestión se ha logrado soportar parte del modelo de desarrollo económico existente y cubrir algunas de las necesidades del hombre en un contexto globalizado de alta exigencia. El crecimiento de la flota del transporte terrestre de carga de 2010 a 2015 se destaca por una alta dinámica y creció casi un 50 % en ese plazo. De tal

forma la flota de camiones alcanzó más de 32 millones de vehículos en 15 países de América de Sur y América Central. Al mismo tiempo el TCC es el sector que moviliza a la mayoría de los productos a nivel nacional en los países de la América Latina y el Caribe, y es el segundo modo más importante en el transporte internacional de la zona.

El reto de cero emisiones de carbono y de consumo nulo de energía en edificios, también se traslada al transporte. La movilidad sostenible aspira a un modelo de transporte que responda a las necesidades sociales, económicas y ambientales de la sociedad, sin que por ello se perjudique al ambiente.

El diagnóstico de la situación actual requiere identificar los nichos en los cuales se señalan los mayores desafíos y oportunidades de mejoramiento. En esta fase es fundamental el reconocimiento del recorrido y la experiencia internacional, así como las políticas y experiencias sobre el tema en el contexto local y los roles de los diferentes actores. Se debe ser cuidadoso al pensar que el objetivo de reducir el consumo de combustible en las operaciones de transporte de carga por carretera es un objetivo de significado único y compartido por el sector privado (operadores de transporte y sus mandantes) y por el sector público. Si bien es cierto que ambos actores de esta industria reconocerán como un objetivo deseable y necesario el avanzar hacia la eficiencia del transporte, el ámbito y el actuar de unos y otros difiere de forma sustancial, ante este mismo objetivo.

La eficiencia del transporte es diferente entre los sectores público y privado. En el sector privado, las empresas de transporte y las cadenas de abastecimiento a las cuales sirven, entienden la eficiencia en las operaciones de TCC del siguiente modo: los operadores y los generadores de carga que sustentan sus negocios en este servicio de carácter estratégico están pensando fundamentalmente en disminuir costos, mejorar la productividad y en el desarrollo de más y mejores servicios. El sector privado lo componen los operadores de transporte, generadores de carga, canales de distribución, operadores logísticos, nodos de transferencia y los consumidores (quienes determinan los estándares y características requeridas para estos servicios). Se trata de mejorar resultados en términos financieros y de calidad de servicios de cara a los clientes, el trabajo se da en torno a la profesionalización de las organizaciones y a “buenas prácticas”.

En el sector público, cuando se habla de eficiencia en las operaciones de TCC, se piensa fundamentalmente en: transparencia del mercado, proveer la infraestructura necesaria,

mejorar la competitividad de la economía y disminuir sus impactos ambientales y sociales. El sector público lo componen los ministerios, municipios, organizaciones, grupos de trabajo y los ciudadanos (quienes de forma creciente aumentan sus exigencias y rechazo a los impactos sobre su calidad de vida de cualquier actividad económica). Este sector entiende que su contribución al objetivo de la eficiencia en las operaciones de transporte se da en el ámbito normativo, de fiscalización y fomento.

Esta realidad, lejos de desanimar a sus actores claves debe servir para incentivar el conocimiento de cómo funciona la industria del TCC en cada país, cuáles son sus efectos y cómo entonces es posible revertir estos impactos en pos de un futuro sustentable y desarrollado. Se estima que para el año 2050 los camiones de carga mediana y pesada en todo el mundo llegarán a consumir 1.240 mil millones de litros de combustible, lo que significa un aumento de 138 % sobre los niveles de consumo que la industria presentaba en el año 2000 [Green Freight Asia, 2010]²².

En los países en desarrollo la utilización de combustibles con altos niveles de azufre explica un alto porcentaje de las emisiones totales de carbono negro, gases de efecto invernadero (GEI) y otros contaminantes, por lo que se vuelve relevante entender este efecto y generar programas, con perspectiva integral, que ayuden a lograr un uso eficiente de los combustibles, que permita el correcto funcionamiento y desarrollo del comercio y, a la vez, logre mitigar los efectos ambientales que este uso conlleva. De este análisis es que se desprende la necesidad de contar con Programas de Eficiencia Energética para la industria del transporte. La evidencia internacional explica algunos impactos positivos que se desprenden de la puesta en marcha de programas de este tipo [Starway USA, s/f]²³.

1.2. Planes Nacionales de Eficiencia Energética en América Latina y el Caribe (ALC).

Un estudio de CEPAL/OLADE, analizó la situación y las perspectivas de las acciones e instrumentos ligados a la eficiencia energética en 26 países de América Latina y el Caribe [CEPAL, 2009]²⁴. En él se destaca que en la mayoría de los países las actividades, proyectos y programas vinculados a la promoción y desarrollo de la eficiencia energética se encuentran - en el ámbito público - bajo la dirección de ministerios, comisiones nacionales y/o secretarías o direcciones de energía, con distinto grado de visibilidad y peso específico según el país [CEPAL, 2010]²⁵.

Del análisis de los distintos casos, se comprueba que la gran mayoría de los países, consideran al transporte como uno de los componentes importantes de sus EE. Sin embargo, la dificultad para acceder a las actividades propuestas y sus resultados obtenidos, dificultan la elaboración y difusión de lecciones aprendidas regionales. A continuación, se presentan algunos programas de EE regionales, que incluyen actividades específicas vinculadas al transporte de carga por carretera.

Brasil. Podemos identificar dos importantes proyectos orientados al Transporte gestionados desde CONPET dependiente del Ministerio de Minas y Energía. El Proyecto TransportAR [Conpet, s/f]²⁶ considera apoyo técnico especializado a flotas de camiones de transporte de combustible que abastecen a Petrobras (el proyecto cuenta con el soporte financiero y técnico de la compañía), revisando aspectos ambientales, de economía en el consumo y de seguridad en el transporte de combustible. El segundo es el Proyecto EconomizAR3 [Conpet, s/f]²⁷, el cual también consiste en apoyo técnico al sector del transporte por carretera (carga y pasajeros) con miras a racionalizar el consumo de combustible y promover la mejora en la calidad del aire, es una iniciativa conjunta de CONPET, Ministerio de Transportes y Confederación Nacional de Transporte.

Cuba: A través de planes estatales, se ha propiciado la re-motorización de equipos de alto consumo, además de un reordenamiento del transporte de carga y planificación por índices de consumo físico en cada sector de la economía. Gracias a estas medidas, el ahorro de combustible para transporte en el sector estatal durante el 2006 y 2007 alcanzó 662.000 toneladas equivalentes de petróleo.

Chile. El Programa País de Eficiencia Energética (PPEE), del Ministerio de Energía, ha desarrollado iniciativas piloto de capacitación a conductores, así como un diseño de asistencia técnica a micro empresarios del transporte en gestión eficiente de flotas. También ha desarrollado un programa de renovación y chatarrización de vehículos de transporte de carga, lo cual no sólo supondrá una reducción considerable del consumo de combustible - estimado en 23,6 millones de litros de diesel por año- sino que también contribuirá a mejorar las condiciones ambientales y de seguridad. El PPEE se encuentra trabajando en un Plan Nacional de EE 2010-2020 el cual contempla un importante capítulo dedicado al Transporte.

Colombia. El Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás formas de Energía no Convencionales (PROURE) del Ministerio de Minas y Energía. Si bien es un programa en construcción, su Consultoría para la recopilación de información, definición de lineamientos y prioridades como apoyo a la formulación del PROURE, identifica algunos programas sectoriales para el Transporte.

México. El Programa Transporte Limpio de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT) y empresas de Transporte. Es un Programa Nacional cuyo objetivo es la reducción del consumo de combustible y de las emisiones de contaminantes del aire y gases de efecto invernadero. Su enfoque es orientado al uso de tecnología vehicular, mejores prácticas logísticas para el TCC y mejoras en competencias de conductores, empresarios y profesionales del transporte. Las empresas se someten a un proceso voluntario de evaluación ambiental y energética, estableciendo metas, las cuales se reportan anualmente y dan origen a un “logotipo” de Transporte Limpio y cuenta con apoyo de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA).

Nicaragua: El Ministerio de Energía y Minas (MEM) a través del Departamento de Eficiencia Energética, ha efectuado actividades en todos los sectores del consumo energético nacional, entre los que destacan la Definición de un Programa de Ahorro de Combustibles para el Sector Transporte, el cual contó además con la colaboración de instituciones involucradas (Ministerio de Transporte e Infraestructura, Alcaldía de Managua, Policía Nacional, Gobernación, etc.), el cual contempla diferentes acciones que promuevan el ahorro de combustible, tendientes a disminuir en 7,5 % el consumo de combustible (gasolina y diesel) a nivel nacional, que equivale a un ahorro de 16 millones de galones representando anualmente 80 millones de dólares.

Uruguay. El Proyecto de Eficiencia Energética del Ministerio de Industria, Energía y Minería, contempla un programa de alcance nacional orientado a mejorar el uso de la energía por parte de los usuarios finales de todos los sectores económicos, fomentando el uso eficiente de todos los tipos de energía incluyendo electricidad y combustibles. Posee una orientación al Transporte, mediante medidas tendientes a mejorar la elección, conducción y mantenimiento de vehículos particulares.

Programa Regional Global Environment Facility (GEF) de Transporte Sustentable.

Comprende proyectos en 3 países (11 ciudades de Argentina, Brasil y México) y un proyecto integrador regional, proporcionando apoyo a las ciudades a desarrollar proyectos de transporte sustentable (esencialmente transporte urbano de pasajeros) con énfasis en la eficiencia energética. Sus objetivos son, a nivel superior reducir la tasa de crecimiento de emisión de gases de efecto invernadero generados por el transporte en América Latina, a nivel de los países se pretende reducir el crecimiento de ellos mediante un transporte de menor consumo energético, y a nivel regional establecer los lineamientos generales para el establecimiento de políticas comunes.

1.2.1. Experiencias internacionales de eficiencia energética.

El tema de la eficiencia energética en general, y enfocado a la industria del transporte de carga por carretera en particular, se ha venido desarrollando fuertemente por distintas organizaciones, privadas y públicas, las cuales al día de hoy presentan resultados positivos de los que es posible rescatar buenas prácticas adaptables a la industria del transporte de carga por carretera en América Latina y el Caribe (ALC).

Las siguientes organizaciones han desarrollado estudios y recopilaciones de información para presentar recomendaciones y líneas de acción aplicables a distintas realidades. A nivel de organizaciones internacionales enfocadas en el tema de lograr economías sustentables se nombra la Comisión Económica para Europa (UNECE), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) [OCDE, s/f]²⁸ de la cual se desprenden dos organizaciones, la Agencia Internacional de Energía [AIE, s/f]²⁹ (IEA según sus siglas en inglés), la Organización Internacional de Normalización (ISO, según sus siglas en inglés) y el Foro Internacional del Transporte [ITF, s/f]³⁰ (ITF según sus siglas en inglés), enfocadas en la eficiencia energética y el transporte.

La UNECE lidera el foro mundial de armonización de regulación de vehículos. Una parte (el WP.29) se dedica a proveer regulaciones técnicas para la industria automotora en las áreas de seguridad y desempeño ambiental de vehículos, motores y partes específicas. El grupo de trabajo sobre contaminación y energía (en inglés, *Working Party on Pollution and Energy* (GRPE)) prepara propuestas regulatorias de contaminación y eficiencia energética, basado en investigación y análisis. Un ejemplo de regulación proveniente de este grupo

para el transporte de carga terrestre es la Regulación UN No. 49, que contiene provisiones técnicas de estándares de emisiones hasta Euro VI para camiones y buses [UNECE, s/f]³¹.

La ISO en su norma UNE-EN ISO 50001:2011 establece los requisitos de un Sistema de Gestión Energética, con el fin de realizar mejoras continuas y sistemáticas del rendimiento energético de las organizaciones. La certificación de un sistema de gestión energética asegura por tercera parte el control y seguimiento sistemático de los aspectos y contribuye a un uso de la energía más eficiente y más sostenible, otorgando confianza en el sistema de gestión [ISO, s/f]³².

La IEA es un organismo autónomo, creado en noviembre de 1974. Trabaja con doble vertiente: promover la seguridad energética entre sus países miembros mediante una respuesta colectiva de las interrupciones materiales de suministro de petróleo; y generar investigación, análisis, estadísticas y recomendaciones en áreas claves como: seguridad energética, desarrollo económico, conciencia mundial y compromiso ambiental [Agencia de Energía Internacional, 2012]³³. La institución trabaja con 28 países miembros, además de apoyar a otros que no son de la membresía. En 2008 esta agencia publicó “25 recomendaciones de política de eficiencia energética”, del cual se desprenden 4 recomendaciones enfocadas al mundo del transporte.

1. Estándares obligatorios para la eficiencia de combustible de los vehículos.
2. Adopción de medidas para la eficiencia de combustible de los vehículos.
3. Eficiencia de combustible de los componentes que no son parte del motor (neumáticos y aire acondicionado).
4. Mejorar las operaciones de los vehículos mediante medidas de conducción ecológica.

El ITF trabaja con 58 países miembros, incluyendo Chile y México de la región, con el objetivo de ayudar a formar la agenda política del transporte a nivel mundial, y de garantizar que sea una contribución al crecimiento económico, la protección del medio ambiente, la inclusión social y la preservación y bienestar de la vida humana [ITF, 2016]³⁴.

En el documento “*Moving freight with better trucks: improving safety, productivity and sustainability*” el ITF describe las innovaciones tanto del motor como en la tecnología del camión con el objetivo de mejorar la eficiencia del combustible y reducir las emisiones de CO₂.

Otros programas específicos son los siguientes:

Comunidad Europea. Independientemente de los Programas o Planes Nacionales que los países comunitarios desarrollen, el Parlamento y el Consejo de la Unión Europea promulgó la Directiva 2006/32/EC, sobre la “Eficiencia en el Uso Final de la Energía y los Servicios Energéticos”, en la cual se define un marco de esfuerzo común para conseguir un ahorro de 9 % en el año 2016. En el contexto de esta directiva, los países comunitarios han estructurado sus Planes Nacionales de Acción para EE, todos los cuales contemplan un importante capítulo dedicado al Transporte, con medidas específicas para el TCC.

Japón. La Ley de Conservación de la Energía / Programa “Top Runner” para el sector del Transporte, establece protocolos de medición y seguimiento, así como metas de EE relativas a la construcción de vehículos pesados de carga al 2015. Esta Ley establece que las compañías de transporte de carga deben incorporar en sus modelos de negocios planes de mediano y largo plazo para reducir el consumo de energía y enviar periódicamente información sobre sus consumos de energía al Ministerio de Economía, Comercio e Industria, quien tiene las facultades de seguimiento y sanción.

Canadá. El Programa FleetSmart [Nrcanrncan, s/f]³⁵, desarrollado por la Agenda Clean Energy del Gobierno, con el objetivo de desarrollar buenas prácticas en EE que posibiliten la reducción del consumo de combustible y las emisiones de las flotas comerciales e institucionales. Para ello, contempla actividades de entrenamiento y educación, información en tecnologías, campañas de concientización y alianzas con la industria.

Estados Unidos de América. La *Environmental Protection Agency* (EPA) dispone de un completo set de herramientas, estudios y recursos de Gestión Ambiental, Cambio Climático y EE en el TCC6 [EPA, s/f]³⁶, dentro de los cuales destaca *SmartWay Transport Partnership*, programa colaborativo voluntario para operadores de Transporte de Carga y Generadores de Carga, que contempla un modelo de caracterización de los estándares de consumo energético y contaminación, posibilitando la evaluación de estrategias de mejora de dichos estándares (“*Fright Logistics Environmental and Energy Tracking – FLEET Performance Models*”).

Otros Programas:

La International Road Union (IRU), organización que reúne a las principales Asociaciones de Compañías de Transporte, ha destacado una serie de Programas Nacionales desarrollados e implementados por asociaciones de empresas de TCC que contienen

medidas y buenas prácticas industriales orientadas, entre otros objetivos, a mejorar la performance energética en las operaciones de transporte.

El Toolkit para “Desarrollo de una Estrategia de Flota Limpia” [UNEP, s/f]³⁷ del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la empresa TNT del año 2006, es un excelente ejemplo y ejercicio por dar estructura y guía para la configuración de una “flota limpia”, en dónde, a través de una herramienta completa e integral, se acompaña tanto la caracterización de la flota en operación, como las posibles estrategias a seguir con el objetivo de configurar y gestionar flotas limpias.

La CEPAL [Maximilian y Wilmsmeier, 2014]³⁸ plantea que el enfoque más común para analizar la EE en la gestión de la movilidad es A-S-I (Evitar, Cambiar y Mejorar):

- EVITAR (*avoid* en inglés): Permitir que los usuarios eviten los viajes motorizados para aumentar la eficiencia del sistema.
- CAMBIAR (*shift* en inglés): Cambiar la movilidad actual hacia modos de transporte más eficiente para aumentar la eficiencia en los viajes. Calcula la suma de toda la energía consumida por un “volumen” similar de movilidad comparando diferentes opciones de viaje y combinaciones de medios (por ejemplo: uso de la bicicleta en lugar de un auto).
- MEJORAR (*improve* en inglés): Mejorar la eficiencia de combustible en los modos de transporte para aumentar la eficiencia de los vehículos. Sólo él se enfoca en efectuar mejoras técnicas del proceso de transporte (capturadas por la definición tradicional de EE antes mencionada). Sin embargo, las otras dos estrategias deben ser cubiertas si se pretende realizar un análisis integrado de la eficiencia energética para este sector.

Sobre esa base plantearon una comparación entre el enfoque convencional de la planificación del transporte versus el enfoque de la movilidad sostenible (ver Figura 1.1).

Método convencional	Método alternativo
La planificación del transporte y la ingeniería	Movilidad sostenible
Dimensión física	Dimensión social
Movilidad	Accesibilidad
Focalizarse en el tráfico, sobre todo en los coches	Focalizarse en personas, incluso los que van en o sobre un vehículo o a pie
A gran escala	A escala local
Calles como carreteras	Calles como espacios urbanos
Transporte motorizado	Todo tipo de transporte
Previsiones del tráfico	Visionando ciudades/regiones
Modelización	Desarrollo de escenarios y modelización
Evaluación económica	Análisis multicriterio para tener en cuenta las preocupaciones ambientales y sociales
Viajar como una demanda generada	Viajar como una actividad valiosa
Basada en la demanda	Basada en la gestión
Aceleración del tráfico	Desaceleración del tráfico
Reducción del tiempo de viaje	Tiempos de viaje razonables y fiables
Segregación de personas y tráfico	Integración de personas y tráfico

Figura 1.1. Comparación entre el enfoque convencional de la planificación del transporte versus el enfoque de la movilidad sostenible.

Fuente: [Maximilian y Wilmsmeier, 2014].

1.2.2. Evolución del transporte terrestre de carga por carretera en Cuba.

La situación del transporte de carga en el país durante el periodo especial, se fue haciendo cada vez más tensa, al punto de afectarse en buena medida la infraestructura de almacenes, equipos ferroviarios, buques, camiones y talleres. Con ello la capacidad de traslado de cada uno de estos medios se redujo considerablemente.

Ante esa realidad, desde el 2005 se comenzó a reordenar todo el mecanismo de transportación desde el puerto hasta su destino final, a fin de aprovechar al máximo los recursos disponibles y recuperar este servicio, que en tales condiciones paralizaba o ralentizaba muchas de las actividades económicas. A partir de este momento se dieron varios pasos en el sector con la constitución de empresas especializadas del Ministerio de Transporte (MITRANS) y la estructuración de los planes de carga incluso desde el nivel municipal, lo que permitió ir pasando al MITRANS diferentes transportaciones que cada organismo hacía independiente, y organizar el tráfico de mercancías para un mayor ahorro del combustible y aprovechamiento de la técnica. Se realizaron inversiones en comenzar a revitalizar el ferrocarril, los puertos y las vías, y se adquirieron nuevos equipos, ferroviarios y automotor. Si bien tales acciones, junto a muchas otras desarrolladas a lo largo de la

última década, han dado un impulso al servicio, esta parte del sector transportista no anda viento en popa, y así lo ilustran estadísticas del año 2016.

El volumen de carga trasladado en el país el año anterior, ascendió a 78 millones de toneladas, lo que representa 93,2 % del plan y 100,9 % del real obtenido en el 2015. De ese total, fueron transportadas por el sistema de medios del MITRANS más de 31 millones de toneladas, 92,4 % de lo previsto. Aunque los números muestran un comportamiento no desfavorable, el pasado año la transportación de mercancías, de origen y destino mayorista, afrontó varias dificultades que, materiales u organizativas en algunos casos, han subsistido durante más de un lustro. Y si por un lado hay que reconocer avances en la actividad, por el otro se reiteran en este periodo irregularidades y deficiencias que conciernen tanto a las empresas especializadas del MITRANS que prestan el servicio, como a los clientes o entidades que lo contratan.

Basta con hacer una revisión de la información publicada en torno al tema entre 2011 y 2015, y saltan a la vista problemas recurrentes relacionados con el incumplimiento de la rotación de los camiones del MITRANS, así como por demoras en los tiempos de carga y descarga, por la falta de condiciones de las entidades - clientes para realizar operaciones en horario nocturno y fines de semana. Asimismo conforman esta lista la baja disponibilidad de los distintos equipos ferroviarios de carga y la demora en el ciclo promedio de rotación de estos, que se han usado incluso como almacén. El deterioro, en general, del parque de medios ferroviarios y automotor ha estado incidiendo de manera directa en la situación del sector. Por otro lado, hasta hoy se mantienen, en las distintas estructuras, insuficiencias organizativas, de planificación, de previsión, operacionales y de cooperación entre todos los organismos involucrados en esta cadena. En el Balance de Carga del país de 2016, las transportaciones automotor y de cabotaje alcanzaron mejores niveles de cumplimiento respecto al medio ferroviario que fue el más afectado, pues se trasladaron 15 millones de toneladas, o sea, 91,3 % de lo planificado [Cubadebate, 2017]³⁹.

1.3. Eficiencia energética en el transporte terrestre de carga por carretera.

La satisfacción del cliente es una condición fundamental y necesaria, aunque no suficiente para el éxito empresarial, y va ligada directamente a la valoración que el cliente hace del servicio, basada en su propia percepción. La cuantificación de este aspecto da lugar a lo que

hoy en día se entiende por **calidad**, y es en realidad la calidad percibida por el cliente [Universidad de Sevilla, 2011]⁴⁰.

La consecución de calidad implica que el proveedor trabaje con efectividad, que se consigue actuando sobre dos aspectos: eficacia y eficiencia. Eficacia es hacer que lo planificado y lo realizado se aproximen al máximo, es decir, la sintonía entre lo planificado para conseguir que los clientes perciban la calidad adecuada en los productos que reciben y en sus servicios acompañantes, y lo realmente hecho. Un trabajo realizado con eficacia contribuirá a una mejor valoración percibida por los clientes de producto y de beneficio.

Pero existe un segundo aspecto de efectividad que es especialmente bien percibido por el cliente de beneficio: la eficiencia. El beneficio será mayor si los recursos (operativos y/o materiales) necesarios para conseguir productos y venderlos a los clientes de producto se utilizan más efectivamente, es decir, si se pueden satisfacer las expectativas del cliente de producto con una mínima utilización o aplicación de recursos. Podríamos definir la eficiencia como la efectividad en la aplicación de los recursos necesarios para satisfacer las necesidades de los clientes, es decir, para trabajar con calidad.

Tanto eficacia como eficiencia son expresión de la efectividad para trabajar con calidad, por lo tanto trabajar de una manera óptima, es conseguir la calidad esperada por los clientes con la máxima eficacia y con la máxima eficiencia.

La EE es un tema de primera importancia a nivel mundial. Gran cantidad de recursos están siendo volcados hacia su investigación y desarrollo. En particular, con la creciente concientización de la necesidad de reducir los niveles de contaminación ambiental surge el interés de generar medidas que colaboren a alcanzar una forma de transporte de carga más limpia.

Se define *eficiencia energética* como un conjunto de acciones que permiten reducir el consumo de energía manteniendo la calidad del servicio. En definitiva, ser energéticamente eficiente en el TCC significa esencialmente consumir menos combustible por kilómetro rodado y tonelada transportada, y reduciendo el impacto medioambiental [Gonzalo y otros, 2016]⁴¹.

En particular en el sector del transporte de carga, involucrarse en un proyecto de EE trata sobre avanzar hacia la excelencia operacional en el transporte lo que se traduce en: reducción de costos, mejorar la rentabilidad y disminuir los impactos ambientales.

El uso racional y eficiente de la energía ha evolucionado hacia la eficiencia energética como factor fundamental en las estrategias de política energética del país. En dicho contexto, un transporte ineficiente es un obstáculo para el desarrollo sustentable del país, considerando que Cuba debe importar la totalidad de los combustibles fósiles utilizados. En la actualidad existe una variada gama de tecnologías y estrategias disponibles, que pueden proporcionar mejoras graduales en la eficiencia energética y en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Son muchos y variados los factores que influyen en el consumo de combustible de un vehículo, pero se pueden clasificar en 5 categorías según sean dependientes de [Demir y otros, 2014]⁴²:

- *Vehículo*: Inherentes a las características propias del vehículo. Ejemplos de ello: Peso bruto, motorización, transmisión, forma externa que determina la resistencia aerodinámica, condiciones del vehículo, etc.
- *Ambientales*: Características de la zona donde está circulando. Los más destacados suelen ser: pendiente de la ruta, tipo de pavimento, estado de la misma, temperatura ambiente y condiciones de viento.
- *Tráfico*: Condiciones de velocidad y aceleración del vehículo, que pueden estar o no determinadas por la presencia de otros vehículos. En este sentido, la congestión de la ruta donde se circula es también un elemento importante en la ecuación de consumo.
- *Conductor*: Él y su forma de conducción, tienen un gran impacto en el consumo de combustible. Factores destacables son la agresividad al conducir, la forma de selección de velocidades y la cantidad de tiempo que opera el vehículo en punto muerto.
- *Condiciones de operación*: Los factores más determinantes son: la carga del vehículo, la cantidad de kilómetros recorridos sin carga y el número de paradas que se realizan.

El primer enfoque es mejorar la eficiencia energética de los vehículos, cuyas tecnologías pueden ser divididas en aquellas que se basan en la hibridación del sistema de propulsión, y las que no modifican al mismo, como ruedas de baja resistencia a la rodadura, componentes de mejora aerodinámica, lubricantes y aditivos, entre otros [Zhao y otros, 2013]⁴³. El otro enfoque es crear sistemas de tratamiento de emisiones como convertidores catalíticos o filtros de partículas.

Para lograr mejoras de EE en el transporte de carga, es importante primero comprender que existen varios actores involucrados, como ser conductor profesional, el encargado de logística / planificación, el encargado de mantenimiento y el gerente de decisiones estratégicas de la flota. Todos impactan directamente el consumo de combustible.

Se clasificaron las buenas prácticas de gestión para la eficiencia energética en forma de decisiones, de acuerdo con el actor involucrado (ver figura 1.2):

1. **Estratégicas:** Incluye buenas prácticas adoptadas generalmente por el gerente general que abarca decisiones a la hora de adquirir un vehículo, para capacitar y formar a los conductores, y componentes tecnológicos para la mejora de la EE, tanto en motorización, aerodinámica, neumáticos, entre otros.
2. **Operativas:** Incluye buenas prácticas, generalmente adaptadas por el propio conductor y de manera diaria, que tratan sobre cómo distribuir la carga, control del estado del vehículo, velocidad de circulación y prácticas de conducción eficiente.
3. **Logísticas:** Incluye buenas prácticas adoptadas generalmente por el encargado de planificación o logística, sobre la ruta y la operativa de carga y descarga. Pretenden reducir el combustible, minimizando la distancia recorrida y el tiempo no productivo.
4. **Decisiones de Mantenimiento:** Incluye buenas prácticas, adoptadas generalmente por el encargado de mantenimiento, relacionadas con el mantenimiento general a la flota (preventivo, predictivo y correctivo), excluyendo las labores diarias de chequeo que debiera realizar el propio conductor.

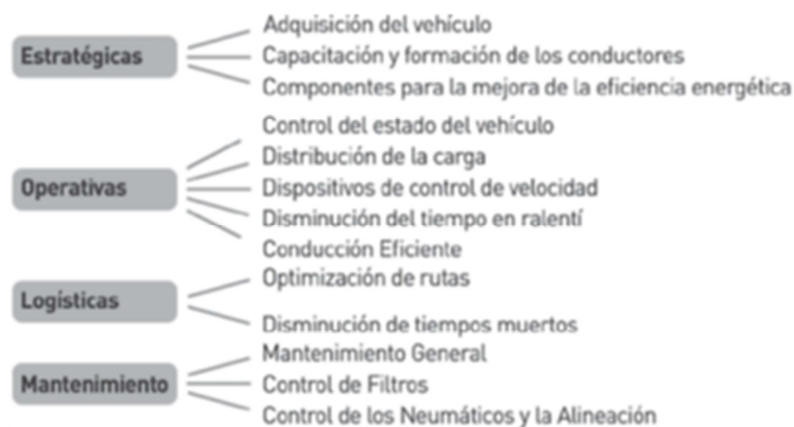


Figura 1.2. Buenas prácticas de gestión para la eficiencia energética. Fuente: [CEPAL, 2010].

1.4. Decisiones estratégicas.

Se derivarán de la Planificación estratégica [Steiner, 1998]⁴⁴, que es un proceso sistemático de desarrollo e implementación de planes para alcanzar propósitos u objetivos. Dentro de los negocios se usa para proporcionar una dirección general a una organización (Estrategia empresarial) en finanzas, desarrollo de recursos humanos u organizativas, en desarrollos de tecnología de la información y marketing, entre otras.

Los propósitos y objetivos consisten en identificar cómo eliminar las deficiencias [Frank y Rocks, 1996]⁴⁵, que puedan presentarse en cualquier proceso. Algunos autores distinguen entre propósitos (están formulados inexactamente y con poca especificación) y objetivos (están formulados exacta y cuantitativamente como marco de tiempo y magnitud de efecto).

1.4.1. Adquisición del vehículo.

Un factor muy importante en la eficacia de los vehículos es la adquisición adecuada de los mismos para las tareas a desarrollar. Dentro de las diferentes opciones de configuración de un camión se pondrá foco en la correcta configuración mecánica del vehículo para las condiciones en las que va a operar.

Antes de proceder a la compra de un vehículo es oportuno responder algunas de las siguientes interrogantes: ¿Qué tipo de uso tendrá el vehículo?, ¿Qué carga transportará?, ¿Qué clase de tráiler estará asociado a él?, ¿Por qué tipo de rutas circulará?, ¿Cuáles serán las velocidades predominantes?, entre otras.

Actualmente no hay en el mercado cubano una amplia oferta de marcas y modelos de camiones. Una vez fijadas las necesidades de la empresa y decidida la configuración del camión se habrá de tomar una decisión estratégica sobre qué marca y modelo adquirir. Puede haber casos en los que camiones de distintos fabricantes de las mismas características en las mismas condiciones de operación presenten consumos considerablemente diferentes. Existen pocos estudios comparativos entre marcas.

Una excepción es un estudio realizado por la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE) en conjunto con la Universidad Andrés Bello [AChEE, 2014]⁴⁶ que tuvo como objetivo la comparativa entre camiones de similares características, pero de distintas marcas, bajo la norma NCh3331:2013 [INN, 2013]⁴⁷. Esta prueba arrojó resultados de hasta un ahorro del 8,14 % entre los distintos camiones analizados.

Consideramos que para adquirir el vehículo un factor clave es el consumo de combustible, aunque deben analizarse otros múltiples factores como son: servicio post venta, precio, vida útil, valor de reventa, frecuencia de mantenimiento, costo de los repuestos, etc.

1.4.2. Motor.

La elección del motor de un camión está directamente relacionada con la potencia necesaria para transportar una determinada carga. Además de los datos de potencia del motor, los fabricantes incluyen el par máximo del motor. Es importante analizar las gráficas de potencia y par de cada motor ya que de ellas se pueden observar los regímenes donde el motor alcanza los valores máximos de potencia y par, así como también la forma en que se desarrollan a través de las revoluciones del motor. Del estudio de las gráficas se puede extraer el consumo específico de combustible, el cual será menor en el rango en el que la suma del par y la potencia sean máximas. Se puede apreciar que a mayores revoluciones el par se suele hacer cada vez menor, contrario a lo que sucede con la potencia. Esta erogación de potencia a altos regímenes produce elevados consumos de combustible, por ello se busca evitar que el vehículo circule a altas revoluciones.

En un motor de camión, es deseable un alto par a bajas revoluciones para tener fuerza al iniciar la marcha, y una zona de par máximo plana que se mantenga en un rango amplio de revoluciones por minuto donde el motor tendrá un consumo bajo de combustible. Esta zona mencionada anteriormente es el rango de revoluciones que suele ser marcado en el tablero del vehículo con el color verde.

En resumen, a la hora de seleccionar la motorización del camión es importante analizar con el representante las distintas configuraciones para encontrar el punto óptimo de rendimiento para la operación específica que tendrá el vehículo.

1.4.3. Tecnología.

En la actualidad se puede encontrar variedad de tecnologías para el control de emisiones en los motores que equipan a los camiones. En Uruguay la normativa vigente está pendiente de actualizar hacia los estándares internacionales, ya que actualmente se exige un mínimo de normativa Euro III1. En los países de la región como Argentina y Brasil todos los vehículos nuevos de carga que son adquiridos deben tener al menos tecnología EURO V2.

Se tiende a pensar que no tiene beneficios incorporar a la flota un camión equipado con un motor que conforme una norma superior a la exigida, pero no es real, ya que la mejor manera de reducir las emisiones es mejorando la eficiencia de los motores, y quemar menos combustible para la misma operativa. Algunos fabricantes aseguran que un motor EURO V consume entre (5 y 10) % menos que uno con tecnología EURO III [Volvo Trucks, s/f]⁴⁸.

1.4.4. Transmisión.

Uno de los mayores adelantos tecnológicos que han tenido los camiones ha sido las cajas de cambio automáticas inteligentes que, entre otros beneficios, tienen la capacidad de ajustar el cambio de marcha de la mejor manera posible, en el rango óptimo de velocidad de rotación del motor según la potencia que se demande, buscando optimizar el consumo de combustible. Esto permite reducir el impacto de la forma de conducción del conductor del vehículo y adoptar un sistema que siempre responderá igual ante las mismas circunstancias, lo que reduce variabilidades y normaliza el consumo. De todos modos, el papel del conductor no deja de ser importante a la hora de realizar frenadas y de enfrentarse a diversas situaciones como repechos y bajadas, en la que estos sistemas no han conseguido (aún) mostrar grandes mejorías.

Dependiendo de las condiciones de uso del vehículo puede ser deseable una relación de transmisión más larga para uso en ruta a mayores velocidades o una más corta para rutas con pendientes pronunciadas (o mayor capacidad de carga).

En definitiva, se debe buscar configurar el vehículo para que sea capaz de circular a las velocidades predominantes en la zona verde del cuentavuelts. Si esto no sucede, puede que tengamos un consumo de combustible excesivo por contar con una transmisión corta o un motor pequeño que no alcanza a subir a una marcha larga.

1.4.5. Pesos y capacidades.

Dentro de las especificaciones más importantes que brinda un fabricante está el Peso Bruto Total (PBT) para el caso de camiones sencillos y Peso Bruto Total Combinado (PBTC) para el caso de camiones con tráiler. El mismo está compuesto del peso del vehículo en orden de marcha y la carga útil. El PBT o PBTC resulta de la sumatoria de la carga admisible por ejes del vehículo y el valor suele ser incluido en la denominación del modelo

del camión. Lo adecuado es respetar las especificaciones de los fabricantes. No se debe adquirir un camión solo por potencia, sino que se considerará también su capacidad de carga. De otra forma, se tendrá consumo excesivo de combustible y desgaste mecánico prematuro.

1.4.6. Capacitación y formación de los conductores.

El modo de conducción de los conductores es uno de los factores más importantes al momento de considerar medidas de ahorro de combustible [AChEE, 2014]⁴⁹. Sería poco realista esperar que todos los choferes conduzcan de una misma manera y que ésta fuera la manera más eficiente de conducción, pero sí se pueden capacitar y formar para mejorar su técnica en pos de la eficiencia energética. Por ejemplo, en Uruguay la Dirección Nacional de Energía divulgó la publicación “Transporte eficiente y seguro” con importantes consideraciones para la conducción eficiente [MIEM, 2014]⁵⁰. También cuentan con academias especializadas en la capacitación de los conductores.

La conducción eficiente comprende una serie de técnicas que, junto con una adecuada actitud del conductor, dan lugar a un nuevo estilo de conducción que logra importantes ahorros de combustible, de (10 al 15) % en promedio [IDEA, 2006]⁵¹. Además del beneficio de ahorro de combustible, es de esperar que un vehículo conducido por un chofer capacitado presente menos averías y se reduzcan los costos de mantenimiento y también se pueden esperar menos accidentes.

La capacitación conlleva diversos costos para las empresas, pero deben ser consideradas como inversión con un retorno de mediano y largo plazos. La dificultad principal para obtener el retorno es la sustentabilidad, por lo que pueden instrumentarse como complemento a la formación de los conductores, incentivos como medida para premiar a aquellos choferes que logren estar por debajo de un promedio de consumo meta.

La formación de los choferes puede llevarse a través de la compañía que provee las unidades, la propia empresa, o instituciones dedicadas. Es recomendable que sea teórica y práctica, y es importante que estos planes se sostengan en el tiempo para mantener la motivación y los buenos resultados. La formación del chofer debe ser continua y específica, considerando el tipo de vehículo que utiliza el conductor y la operación del mismo.

1.4.7. Componentes para la mejora de la eficiencia energética.

1- Motor.

La eficiencia energética es clave en la búsqueda de ahorros en el consumo de combustible. Es por ello que se han desarrollado una gran cantidad de aditivos y lubricantes para mejorar las capacidades del motor y de la combustión. En cuanto a los aditivos, se alega que una mejora en las condiciones de la combustión tiene como resultado una disminución en el consumo de combustible, así como también de las emisiones del vehículo. Los lubricantes destinados al ahorro de combustible tienen una composición especial cuando se los compara con lubricantes tradicionales, manteniendo el mismo nivel de rendimiento.

2- Lubricantes.

En los últimos años, algunos fabricantes de lubricantes han desarrollado productos que permiten ahorrar combustible, que está fundamentado por el uso de viscosidades más bajas y tecnologías que permiten reducir el rozamiento interno entre los componentes móviles.

Dentro de las opciones de lubricantes economizadores de combustible los hay específicos para el aceite del motor, para la caja de velocidades y el diferencial. A diferencia de los aditivos para el combustible, existen varios ensayos independientes que comprueban en distintos vehículos los índices de ahorro prometidos por los fabricantes de lubricantes de dicho tipo [Ground, 2015]⁵². Los ahorros promedio van desde (1,3 a 3,0) % en condiciones de uso en ciudad y en carretera respectivamente [Jolley, 2006]⁵³.

3- Componentes de mejora aerodinámica.

Cuando se está circulando a velocidad constante, la mayoría de la energía que se está utilizando está destinada a vencer la fuerza de rozamiento producida por el aire en el vehículo [Curry y otros, 2012]⁵⁴. Surgen por tanto tecnologías con el objetivo de disminuir la resistencia aerodinámica tanto del tractor como del tráiler, por tratarse de uno de los factores de mayor influencia en el consumo de combustible, particularmente a velocidades de circulación en ruta (mayores a 80 km / h).

A medida que el vehículo se traslada, desplaza aire desde el espacio que va ocupando su volumen y hacia el espacio que dicho volumen va dejando vacante. Estos desplazamientos forzados de masas de aire generan fuerzas y turbulencias que tienden a retardar el movimiento. La resistencia aerodinámica es fundamentalmente dependiente de la velocidad a la que se está circulando. A velocidades bajas es prácticamente inexistente, pero desde un

cierto punto cercano a 60 km / h, es crecientemente significativa y su magnitud llega a ser bastante más importante que la de la resistencia al rodado.

El esfuerzo por reducir la resistencia aerodinámica del vehículo se basa en disminuir el coeficiente de arrastre aerodinámico. Esta reducción de resistencia posee un gran potencial para reducir el consumo de combustible y las emisiones de CO₂ en vehículos pesados que operan a altas velocidades.

Configuración de cabina.

El diseño de la cabina juega un rol muy importante en la aerodinámica de un camión. Los últimos modelos futurísticos presentados por los más importantes fabricantes muestran diseños que apuntan a reducir la resistencia aerodinámica, con mejoras particularmente en este componente. El común denominador son las líneas suaves y continuas, juntos con el cuidado de los aditamentos exteriores, llegando al punto de integrar los espejos a la carrocería o directamente suprimirlos utilizando cámaras traseras cuyas imágenes pueden ser vistas en monitores dentro del vehículo. Históricamente ha habido camiones tanto con cabinas convencionales (con trompa) como frontales. En Estados Unidos de América existe un claro predominio de los camiones con trompa, mientras que en Europa y Latinoamérica la normativa de largo total es distinta y para aprovechar el espacio de carga se utilizan en su mayoría camiones frontales.

Ante la posibilidad de optar por un camión con convencional o frontal surge la interrogante sobre cuál es el tipo de configuración de cabina con menor resistencia aerodinámica. Estudios en campo concluyeron que el diseño de cabina convencional logra 3,96 % de ahorro promedio en el consumo de combustible sobre la cabina frontal [AChEE, 2012]⁵⁵.

Aerodinámica de los remolques.

Ante la gran diversidad de remolques o semirremolques es posible encontrar ejemplos en los que la geometría de la carga, con formas lisas y uniformes, favorece a mantener un coeficiente de arrastre dinámico bajo. En cambio hay otros, en los que la naturaleza de la carga o la operativa del tratamiento de la carga complica la implementación de mejoras sustanciales. De todas formas, hay algunas consideraciones que pueden ser aplicadas a la gran mayoría de los remolques o semirremolques, como son [IDEA, 2006]:

- Idealmente la altura del remolque no debe superar la altura máxima del tractor. Si esto sucede es necesario un deflector en el tractor.

- El semirremolque debe estar lo más cerca posible de la cabina del camión, para reducir las turbulencias formadas en el espacio que queda entre ellos.
- Si la carga queda expuesta, colocarla lo más adelante posible (siempre respetando la distribución de peso en el vehículo), de forma que el aire no impacte directamente sobre la parte frontal de esta.

Elementos de mejora aerodinámica.

Con el objetivo de reducir la resistencia aerodinámica, se han desarrollado distintos elementos de mejora aerodinámica para distintas partes del vehículo, los cuales han demostrado tener un gran potencial para reducir el consumo de combustible. Entre los elementos posibles a agregar a un camión para mejorar su aerodinámica se encuentran:

- Deflector visera sobre parabrisas.
- Deflector superior de cabina.
- Deflector lateral de cabina.
- Faldón inferior tractor.
- Faldón inferior del tráiler.
- Spoiler posterior del tráiler.

Estos elementos son construidos específicamente para cada camión o remolque y se instalan individualmente o formando “kits” en conjunto con otros elementos, donde cada uno tiene distinta incidencia. El efecto de reducción de la resistencia aerodinámica varía por configuración de tractor y tráiler sobre la que se instalen los componentes aerodinámicos. Por ese motivo es importante cuantificar los efectos de cada elemento por separado.

Existe una diversidad de pruebas para medir el impacto de distintos componentes aerodinámicos [Karlsson y otros, 2015]⁵⁶. Estudios realizados según la norma SAE J1321 [SAE, 2012]⁵⁷ permitieron medir los efectos de cada componente aerodinámico por separado [AChEE, 2016]⁵⁸. Los ensayos se realizaron en una pista de pruebas con dos camiones pesados distintos, con tráiler tipo furgón. Se constataron ahorros de combustible entre (5 y 10) % para el deflector superior de cabina, entre (1 y 3) % para el deflector lateral de cabina y de (1 a 2,4) % para el faldón inferior del tractor [NRC, 2010]⁵⁹. Las mejoras al furgón resultaron en ahorros del 7 % para el faldón inferior del tráiler y de (2,5 a 5) % para el spoiler posterior del tráiler, según el deflector probado [Surcel y otros, 2008]⁶⁰.

4– Neumáticos.

El desarrollo de este componente del vehículo tiene dos objetivos: la disminución de la resistencia a la rodadura y la disminución del peso de las ruedas. La resistencia a la rodadura es producida principalmente por la pérdida de energía al deformarse el neumático por el contacto con el suelo, factor que es además dependiente de la presión del neumático [Clark y Dodge, 1979]⁶¹.

En el caso de un camión, considerando la gran cantidad de neumáticos que pueden estar rodando, significa una pérdida importante, que influye considerablemente sobre el consumo de combustible. Para reducir la resistencia asociada a la rodadura se ha trabajado en dos variantes de neumáticos distintos:

Neumáticos de baja resistencia a la rodadura. Se ha estudiado que la deformación del neumático en cada rodadura disipa energía como calor. Esta energía perdida es la responsable del 90 % de la resistencia a la rodadura. Los fabricantes de neumáticos se han esforzado por desarrollar compuestos más duros, que se deformen menos con el objetivo de reducir dicha resistencia logrando un ahorro de combustible. Las pruebas realizadas han demostrado ahorros de combustible entre (3 y 3,5) % en comparación a un neumático convencional, ambos nuevos [AChEE, 2013]⁶². Este porcentaje de ahorro disminuye progresivamente a medida que el neumático se desgasta.

Se ha constatado que al final de su vida útil el neumático de baja resistencia no genera ahorro, por lo tanto se puede considerar que el ahorro de este tipo de neumáticos durante su vida útil estará entre (1,5 y 1,75) % [The Goodyear Tire & Rubber Company, 2008]⁶³.

Super Single. En busca de reducir la resistencia a la rodadura y el peso del conjunto neumático-llanta los fabricantes han incursionado en un nuevo formato de rueda: super single o neumático súper ancho. La tecnología reemplaza las ruedas dobles convencionales, tanto de los camiones como de los remolques, por una sola rueda “súper ancha”. El motivo de este cambio es que el neumático súper ancho presenta un coeficiente inferior de resistencia a la rodadura que los neumáticos convencionales. Además el peso de una rueda completa con éstos neumáticos tiene un peso considerablemente inferior al par de ruedas convencional, lo que disminuye la tara del camión y el tráiler. Las pruebas realizadas con esta tecnología han resultado en ahorros entre (5 y 10) % de ahorro de combustible [Bachman y otros, 2005]⁶⁴, dependiendo del tipo de camión y remolque utilizado.

El uso de esta tipología de neumáticos dependerá del tipo de pavimento a transitar, ya que las autoridades locales consideran que la norma de construcción de las carreteras de nuestro país no las admiten con los pesos para lo que fueron diseñadas.

Neumáticos de perfil bajo. Otro tipo de variante de neumático que se utiliza con el objetivo de reducir el consumo de combustible. La teoría detrás se basa en sus ventajas cinemáticas aunque en la práctica se puede suponer que el menor perfil también contribuye a mejorar la aerodinámica de los vehículos. Además, la modificación del neumático utilizado en el diseño del fabricante puede modificar el rendimiento de la cadena cinemática. Las pruebas con esta tecnología no han sido concluyentes, con resultados que rondan 0,3 % de ahorro pero con márgenes de error mayores a los deseados [AChEE, 2013]⁶⁵.

5- Otras tecnologías.

Existen diversos tipos de tecnologías desde hace muchos años en el mercado y algunas de ellas incipientes. Se auspician diversos beneficios de ahorro de combustible, aunque existe muy poca información científica que las valide en el potencial de ahorro de combustible.

Combustibles alternativos. El biodiésel puede ser utilizado para reemplazar el petróleo, diésel, y bencina. Está hecho de aceites vegetales, aceites de cocina reciclados, o grasa animal, y da la oportunidad de reducir en 20 % las emisiones de CO₂. Se utiliza para la combustión de los motores, sin necesidad de modificarlos y no requiere cambios sustanciales en la infraestructura de distribución. Sin embargo, la reducción neta de CO₂ al usar biodiésel puede variar significativamente de la teoría a la práctica dependiendo del proceso de manufactura y los efectos indirectos sobre el uso de la tierra.

En Estados Unidos de América, el crédito al pago de impuestos ha sido la clave para desarrollar este mercado. El Estado provee a los manipuladores de petróleo y biodiésel un crédito por cada galón de biodiésel que sea mezclado con diesel. En Europa, la producción volumétrica y el mercado de las mezclas han conducido al desarrollo del mercado del biodiésel. La tecnología jugará un rol mayor en disminuir los costos de la producción del biodiésel y en encontrar mejores usos alternativos al producto primario que es la glicerina.

El combustible “Fischer Tropsch” es otra alternativa para vehículos pesados. Este es una mezcla entre carbón, gas, gas natural y cualquier otro material de carbono, y reemplaza al petróleo sin ninguna modificación a los motores convencionales a diésel. Se biodegrada

más fácilmente que el diésel convencional y puede ser usada en motores diesel de baja temperatura. Reduce las emisiones, aunque la línea de producción y oferta no debe ser descuidada. Por ahora los costos de producción son aún muy altos como para introducirlo libremente en el mercado.

Aditivos para el combustible. Pueden tener distintas funciones y se incluyen sólo comentarios para aquellos aditivos que están anunciados como ahorradores de combustible. Estos productos encuentran fundamento de su ahorro en permitir una mejor combustión, o reducir la temperatura del cilindro incrementando la eficiencia del motor. Sin embargo, a los niveles internacional y nacional no hay antecedentes de pruebas en campo que hayan demostrado ahorros de combustibles con su uso. El incorporar un aditivo al combustible puede tener efectos beneficiosos, como la estabilización del combustible, limpieza del sistema de inyección y de la cámara de combustión, pero no se puede afirmar que tenga un efecto de reducción de consumo de combustible.

Generador de hidrógeno. Es un dispositivo que funciona en base a electricidad y agua desmineralizada, en el que en su interior se separan las moléculas de hidrógeno y oxígeno, lo que actúa como catalizador de combustible. Esta mezcla generada es cuatro veces más potente que el hidrógeno 100 %. En 2014 se probó bajo la NCh 3331 [INN, 2013]⁶⁶ esta tecnología que prometía reducir el consumo de combustible, junto con otras ventajas como mayor potencia y considerable disminución de emisiones contaminantes. Al contrario de lo esperado, la prueba del catalizador de combustible aumentó su consumo 0,51 %, con un margen de error de 1,78 %. Es decir, la tecnología no genera impactos positivos significativos en el consumo de combustible [AChEE, 2014]⁶⁷.

1.5. Decisiones operativas.

Corresponden a la administración de la producción o de las operaciones como tal, y es la administración de los recursos productivos de la organización. Esta área se encarga de la planificación, organización, dirección, control y mejora de los sistemas que producen bienes y servicios [Schroeder, 1981]⁶⁸. La Administración de las Operaciones es un área de estudio o subciencia de la Administración. Los recursos que se manejan en ella son:

- Persona: es la mano de obra y los conocimientos.
- Partes: son los materiales e insumos.

- Plantas: son los edificios, instalaciones, máquinas.
- Planificación: sistema de planificación de la producción y recursos necesarios, la información para la toma de decisiones y el control de las operaciones.
- Procesos: las distintas fases del sistema productivo de la empresa u organización.
- Que se emplea en la forma breve y continua de la empresa.

- ***Control del estado del vehículo.***

Antes de emprender la marcha se recomienda que el conductor realice un examen visual sobre algunos elementos del vehículo con el fin de comprobar su correcto funcionamiento [IDAE, 2006]⁶⁹. Este análisis puede ser muy útil para evitar potenciales problemas o consumos excesivos. A continuación, se presenta un esquema de los elementos que se recomiendan inspeccionar:

- Niveles de líquidos: aceite de motor, agua de refrigeración y líquido de servodirección.
- Sistema de frenos: presión de aire de frenos y purgado del agua de condensación.
- Instrumentación de ayuda a la conducción: limpieza y colocación de los retrovisores.
- Verificación del funcionamiento del alumbrado y de las luces de advertencia.
- Neumáticos: presiones, desgastes, objetos incrustados, estado general y fijaciones. Supervisión del estado de las ruedas de repuesto. Se considera de vital importancia la comprobación del estado y la presión de los mismos.
- Diariamente: de manera visual.
- Aproximadamente cada 5.000 km: midiendo su presión.

Una reducción de la presión de un neumático de 28 psi, aumenta el consumo aproximadamente en 2 % y reduce su vida útil en torno a un 15 % [IDAE, 2006].

- ***Distribución de la carga.***

El peso total de un vehículo incluyendo la carga que transporta, influye directamente en el consumo. La potencia requerida al motor aumenta con el peso del vehículo por su influencia en la resistencia a la rodadura, en la potencia requerida en la aceleración del vehículo y en la presencia de repechos. Se estibarà la carga de modo que se garantice su completa inmovilidad ante aceleraciones, desaceleraciones y pasos por curvas, de forma que la seguridad del vehículo en su tránsito no se vea comprometida.

La manera de cargar el vehículo tiene una influencia importante en cuanto al ahorro de combustible se refiere. Se debe intentar distribuir la carga de modo que el peso sobre cada eje de igual configuración sea aproximadamente el mismo, y que el contorno exterior del camión sea lo más uniforme posible, de forma que reduzcan al mínimo las pérdidas debidas a la resistencia aerodinámica [AChEE, 2014].

- ***Dispositivos de control de velocidad.***

La utilización de dispositivos de control de velocidad es altamente recomendada por distintas organizaciones destinadas a las buenas prácticas en el transporte. Las ventajas están asociadas a la inferior variación de la velocidad, menor cansancio en el conductor y mayor consistencia en los consumos [Volvo Trucks, 2016]⁷⁰. En el ahorro de combustible no se encuentra una única postura por la naturaleza de la prueba necesaria, que debe su porcentaje de efectividad a la idoneidad de cada piloto, por lo que no resulta fácilmente demostrable.

La afirmación más frecuente sobre el control de crucero es que eleva el consumo de combustible, ya que corrige las pequeñas variaciones de velocidad que se puedan dar, pero ante variaciones bruscas respecto a la velocidad de referencia fijada, tiende a recuperar la misma de forma rápida, a través de un proceso de aceleración.

- ***Disminución del tiempo en ralentí.***

Esta medida apunta a reducir el tiempo en el que el motor está encendido cuando el vehículo no está en movimiento por períodos prolongados. Un camión de 400 HP consume aproximadamente 2 litros de gasoil por hora en régimen de ralentí [AChEE, 2014]⁷¹. Por este motivo, reducir el tiempo que un vehículo está encendido innecesariamente es una buena medida para reducir el consumo de combustible.

Se proponen 3 medidas para lograr reducir el tiempo en ralentí:

- Establecer un máximo de tiempo en ralentí por cada operación.
- Aplicar medidas de corte de motor después de, por ejemplo, 2 minutos de operación en estacionamientos o zonas de carga/descarga.
- Utilizar alternativas de calefacción y refrigeración u otros sistemas que requieran energía del motor para que funcionen con sistemas de alimentación auxiliares.

- **Conducción.**

Una conducción inteligente puede lograr ahorrar más del 30 % de combustible respecto a una conducción agresiva [ISEV, 2012]⁷². Por ello, a continuación se incluyen unas recomendaciones del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía de España [IDAE, 2011]⁷³. A partir de dicho documento se han realizado publicaciones locales como el Manual de Conducción Profesional [ITPC y otros, 2015]⁷⁴ y el Manual Conducción Inteligente - Transporte de Carga por Carretera del Instituto de Seguridad y Educación Vial [ISEV, 2012].

- Características del motor del vehículo: Es de gran importancia el conocimiento por parte del conductor de los intervalos de revoluciones a los cuales el vehículo presenta el par máximo y la potencia máxima.
- Arranque del motor: Arrancar el motor sin pisar el acelerador. Iniciar el movimiento del vehículo transcurrido un minuto aproximadamente.
- Inicio del movimiento del vehículo: Se iniciará con una relación de marchas acorde a cada situación y que no fuerce el funcionamiento innecesario del embrague. En pendientes pronunciadas ascendentes, se pondrá en movimiento el vehículo en 1a corta o larga, según el vehículo y las condiciones de la vía.
- Realización de los cambios de marcha (en vehículos de transmisión manual): en la zona de par máximo de revoluciones del motor. Tras el cambio, el régimen del motor ha de quedar dentro de la zona de par máximo, es decir, la zona verde del cuentarrevoluciones.
- Solamente en condiciones de mayor exigencia se realizarán los cambios en regímenes de revoluciones cercanos a la zona de potencia máxima. En condiciones favorables, se cambiará aproximadamente: subiendo medias marchas, en torno a unas 1.400 min⁻¹ en motores grandes (de 10 a 12 litros de cilindrada), subiendo marchas enteras, a unas 1.600 min⁻¹ en motores de (de 10 a 12 litros) y entre (1.700 y 1.900) min⁻¹ en motores de menores cilindradas.
- Saltos de cambios: Se realizarán en los procesos de aceleración y deceleración, a criterio del conductor según las circunstancias de manejo, carga y condición de la carretera.
- Selección del cambio adecuado: al circular, seleccionar la marcha más larga posible que permita al motor funcionar en la parte baja del intervalo de revoluciones de par máximo.

En cajas automáticas, se procurará que la caja sincronice la marcha más larga posible a través del uso del pedal acelerador. La circulación se desarrollará aproximadamente en torno a unas (1.000 a 1.300) min^{-1} en motores grandes (de 10 a 12 litros) y entre unas (1.300 a 1.700) min^{-1} en motores de menores cilindradas.

- Velocidad uniforme de circulación: Intentar mantener una velocidad estable en la circulación evitando aceleraciones y desaceleraciones innecesarias. Aprovechar la inercia del vehículo. Minimizar los momentos de arranque evitando detenciones innecesarias.
- Deceleraciones: Ante cualquier deceleración u obstáculo, se levantará el pie del pedal acelerador dejando rodar el vehículo por su propia inercia con la marcha engranada, o si es posible, en marchas más largas. En estas condiciones el consumo de combustible es nulo (hasta regímenes muy bajos de revoluciones cercanos al de ralentí). Se sugiere utilizar el freno motor y evitar el uso innecesario del freno de servicio.
- Paradas y estacionamientos: En las paradas prolongadas (sobre 2 minutos de duración), apagar el motor, salvo en los vehículos que dependan del continuo funcionamiento de su motor para el correcto uso de sus servicios auxiliares.
- Previsión y anticipación: Prever las circunstancias del tráfico y, ante las mismas, anticipar las acciones a llevar a cabo. Dejar suficiente distancia de seguridad con el vehículo precedente acelerando un poco menos que éste, para luego tener que frenar en menor medida. Controlar visualmente varios vehículos por delante del propio.

1.6. Decisiones de logística.

La gestión del combustible permite aprovechar de la manera más rentable cada litro de combustible adquirido, contribuyendo con ello no sólo a la economía de la empresa, sino también al ahorro energético y a la mejora de la conservación del medio ambiente. El desafío consiste en mejorar la planificación de los viajes, optimizando las rutas y el uso de la flota, evitando operaciones en horarios de tráfico. Además, reducir el número de viajes de retorno sin carga ayuda a reducir el consumo global del transporte [AChEE, 2014]⁷⁵.

Existe una diversidad de estrategias que contribuyen a la mejora del consumo de combustible, algunas de las cuales se citan, clasificadas en dos grandes objetivos [Tesler, 2015]⁷⁶. En primer lugar, un primer objetivo consiste en buscar la optimización de rutas

reduciendo los kilómetros recorridos a los estrictamente necesarios. Esta gestión incluye, entre otros aspectos, lo siguiente:

- Planificación de rutas ideales.
- Selección correcta de las unidades acorde al tipo de transporte a realizar.
- Selección de horarios (de ser posible según requisitos de clientes).
- Colaboración para evitar viajes de retorno sin carga.
- Minimizar el uso de la flota para viajes no comerciales.
- Estructuración de Planes de Eficiencia Energética.
- Incentivos.

Por otro lado, se puede buscar optimizar la red logística en su conjunto, logrando que el generador de carga comprenda que la eficiencia energética es labor de todos los eslabones. Se debe prestar atención en la capacidad que tiene el tipo de transporte de involucrarse, desde los criterios de eficiencia, en las definiciones operacionales del ciclo de servicios y a partir del conocimiento real que da la operación de estos procesos [CEPAL, 2010]⁷⁷.

Algunas actividades a considerar serían:

- Estrategias de abastecimiento (frecuencia, puntos de entrega).
- Ubicación y dimensionamiento de las plantas de fabricación y nodos logísticos.
- Estrategias de distribución de red y reposición de productos.
- Asignación del modo de transporte según la ruta.
- Estrategias de servicio del transporte.

Finalmente, el uso extensivo de sistemas de información, a través de sistematizar la información histórica del desempeño energético de los diversos equipos disponibles, trabajando en condiciones reales de las operaciones, es fundamental para una configuración de flota que genere valor para las empresas y que permita conocer realmente el desempeño energético de una operación. Esta información será de mucha utilidad, tanto para la gestión diaria de la flota, así como para la mejora en las decisiones de configuración de nuevos servicios o ciclos operacionales, y selección de tecnologías o evaluación de equipos en busca de eficiencia [CEPAL, 2010]⁷⁸.

Estos sistemas de información, pueden facilitar la profesionalización de la verificación de la documentación previo a la partida del vehículo, dado que los no cumplimientos generan ineficiencias por demoras, trasbordos, repesajes, etc. Por ello, es importante en la partida

del vehículo (idealmente en el lugar de carga) verificar toda la documentación necesaria para circular en las carreteras y la información necesaria en destino. En particular, la verificación del peso bruto total y por eje para cumplir con la norma vigente, verificación de dimensiones del vehículo o carga transportada y disponer de la información necesaria (permiso nacional de circulación, certificado de aptitud técnica, requisitos en caso de transporte de mercadería peligrosa u otros permisos si se trata de transporte internacional).

- **Decisiones de mantenimiento.**

Cuando se desea dotar a la flota con un taller de mantenimiento, o cuando ya se cuenta con uno, se debe conocer sus capacidades, para determinar el alcance y las actividades de mantenimiento a programar [Silva, 2007]⁷⁹. Según [Maldonado, 2013]⁸⁰, en primera instancia, se debe clasificar el taller según el tipo de operaciones que se pueden ejecutar en él (ver Tabla 1.1).

Tabla 1.1. Niveles de operación de talleres automotrices. Fuente: [Maldonado, 2013].

Nivel 0	Operaciones de conservación (engrase, cambio de aceite filtros)
Nivel 1	Rutinas de mantenimiento preventivas (alistamiento para viaje)
Nivel 2	Reparación de partes que sufren desgaste continuo (frenos, embrague, neumáticos)
Nivel 3	Cambio estándar de elementos (piezas y accesorios)
Nivel 4	Reparación de componentes (alternadores, motor de arranque, radiador, etc.)
Nivel 5	Reparación tren motriz (motor, caja de velocidades, diferencial)
Nivel 6	Reparaciones especializadas (aire acondicionado)
Nivel 7	Latonería
Nivel 8	Pintura
Nivel 9	Reconstrucción

Mantenimiento general.

El mantenimiento adecuado de la flota es clave para el funcionamiento, afecta a la seguridad vehicular, su disponibilidad y consumo de combustible. Si es incorrecto o deficiente en un vehículo puede incidir directamente en aumentar su consumo de combustible [IDAE, 2006]. El mantenimiento de cada vehículo debe cumplirse respetando, sin excepciones, las indicaciones del fabricante respecto a los intervalos y a las piezas de recambio para ese vehículo en particular.

Control de filtros.

El estado de los filtros de aceite, aire y combustible tiene repercusión en el consumo de combustible [NRC, 2010]. Se revisarán:

- El filtro de aceite: su mal estado, además de incrementar el riesgo de sufrir graves averías en el motor, puede aumentar el consumo del vehículo hasta 0,5 %.
- El filtro del aire: su mal estado, habitualmente por exceso de suciedad, provoca mayores pérdidas de carga en el circuito de admisión, lo que aumenta también el consumo hasta 1,5 %. Si se ha mojado, debe ser reemplazado aunque se hubiera secado posteriormente, pues las partículas de los elementos filtrantes ya fueron alteradas con la humedad.
- El filtro de combustible: su mal funcionamiento puede causar aumentos en el consumo de hasta un 0,5 %, además de que, en caso de bloqueo, pararía el motor. Es importante también, controlar la cantidad de agua en el separador del filtro.

Control de los neumáticos y la alineación.

Además de la presión, que debe ser controlada con frecuencia durante la operativa, es imprescindible que el personal de mantenimiento también revise los neumáticos ante desgastes excesivos o desperejos y sugerir su reparación o cambio.

En caso de utilizar cubiertas recauchutadas, es recomendable que el diseño de la nueva banda de rodadura sea similar a la original del neumático. De esa forma no se aumenta la resistencia a la rodadura y por consiguiente el consumo de combustible [NRC, 2010].

Otro punto importante es la verificación de la alineación tanto del tractor como del tráiler. Una mala alineación entre los ejes aumenta la resistencia a la rodadura y resulta en una menor vida útil de los neumáticos y mayor consumo de combustible [NRC, 2014]⁸¹.

1.7- Otros enfoques para la eficiencia energética.

España. El Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) ha editado la guía para la gestión del combustible en las flotas de transporte por carretera, como otro camino hacia la eficiencia energética. Su objetivo de difundir a los profesionales de la gestión de flotas de transporte, las nociones básicas y procedimientos utilizados para la realización de una gestión más eficiente del combustible [IDAE, 2006]. Conceptualiza la “flota de transporte” como un conjunto de vehículos destinados a transportar mercancías o personas y que dependen económicamente de la misma empresa. La gestión de la flota de transporte en general, y del carburante en particular, varía según el tipo de flota.

Plantea que es habitual que las flotas de vehículos industriales, tanto de autobuses como de mercancías, se especialicen en un servicio de transporte. Ello les permite competir en su nicho de mercado con mayor eficiencia, como servicios discrecionales o servicios regulares de larga o corta distancia en autobuses y servicios de transporte de mercancías peligrosas, frigoríficos, cajas basculantes, o cisternas en camiones. Sin embargo, otros criterios empresariales pueden recomendar la diversificación o la disposición de vehículos específicos para requerimientos especiales.

En ella se entiende la **gestión del combustible** como el diseño y la puesta en práctica de un sistema de control, supervisión y, muy especialmente, de seguimiento del consumo de carburante global e individualizado de los vehículos de una flota de transporte. Tal gestión permite aprovechar de la manera más rentable cada litro de combustible adquirido, contribuyendo con ello no sólo a la economía de la empresa, sino también al ahorro energético y a la mejora de la conservación del medio ambiente. A la vez, analiza sus vínculos con los siguientes elementos: adecuada planificación de rutas y vehículos, utilización de técnicas de conducción eficiente, correcto mantenimiento de vehículos y calidad del servicio prestado al cliente, que de una forma u otra se han analizado en este documento.

España. La metodología para eficiencia energética en transporte se aplicará a las actividades de proyecto que conlleven una mejora en la eficiencia energética de flotas de vehículos existentes. Estas flotas deberán estar identificadas y definidas (incluidos taxis, vehículos de empresa, camiones, etc. [MAAMA, 2015]⁸². Sólo se podrán acoger proyectos

que consistan en la introducción de sistemas tecnológicos que reduzcan el consumo de combustible por kilómetro y que lleven asociado un registro en continuo de dicho consumo. No se aplica a proyectos de mejoras de la gestión logística de transporte de mercancías que aumente el factor de carga de los vehículos. Asimismo tampoco se aplica a proyectos de renovación de flotas de vehículos por otros vehículos con menores de emisión de CO₂ por kilómetro, así como a proyectos que impliquen un cambio en el combustible utilizado por los vehículos. Distintas flotas pueden ser agrupadas en un mismo proyecto con la condición de que los titulares del proyecto puedan proporcionar información de seguimiento atribuible a cada vehículo de flota.

Su punto de partida es necesario contabilizar y/o estimar emisiones de CO₂ provenientes del escenario base o de referencia y de la implantación del proyecto. Los límites del proyecto abarcan a todos los recorridos (kilómetros) de cada uno de los vehículos integrantes de una flota objeto de sustitución. Toda emisión ya cubierta por el régimen de derechos de emisión (por ejemplo: consumo de electricidad) debe ser excluida del ámbito de aplicación.

Para el cálculo de la reducción de emisiones se ha elaborado un libro de trabajo (en Excel) con varias hojas de cálculo, en el que el promotor deberá cumplimentar información sobre el proyecto. El nombre del archivo a cumplimentar es “Metodología Proyectos Clima – Eficiencia energética en transporte _ EX ANTE.xls”. Las reducciones de emisiones de un determinado proyecto, serán calculadas por años naturales como la diferencia entre las emisiones del escenario de base y las emisiones del proyecto. Se considera como “escenario de base, o de referencia” aquel que existe antes de la puesta en marcha de la actividad del proyecto. Se considera como “escenario de proyecto” aquel que va a existir una vez el proyecto funcione. Esta reducción de emisiones se calcula automáticamente en la pestaña del libro de Excel de “Resumen de emisiones”.

Para la estimación del escenario base se necesita información descriptiva de los recorridos realizados por cada uno de los vehículos que constituye la flota, que deberá estar avalada por información contrastable (archivos documentales, estudios técnicos, etc.) y que podrá ser objeto de comprobación. Se recomienda adjuntar los estudios y justificaciones que se consideren necesarios: Vehículo (Matrícula), Tipo de combustible, Consumos de combustible y distancias recorridas. La información solicitada corresponde a la media de

los tres años anteriores a la implantación del proyecto. De no disponerse de esta información se podría utilizar la información correspondiente al último año. Será necesario contar con un registro de datos de consumos y recorridos de cada vehículo en el escenario de referencia al menos para un año.

Para la estimación del escenario de base se aporta una hoja Excel “Escenario de base”. En el documento de Excel se especifican los valores a introducir por el promotor (identificados en amarillo). La suma de las emisiones anuales de cada vehículo indicará las emisiones del escenario base. El fichero Excel proporciona automáticamente las emisiones de CO₂ equivalentes asociadas al escenario base o de referencia.

Debido a la variabilidad en los consumos de combustibles por kilómetro en función de otras variables distintas a la propia eficiencia de los vehículos tales como: rutas, congestión de la carretera, conductor, etc., y la dificultad de disponer los datos para hacer un estudio estadístico que evalúe esta variabilidad se establece el límite del 10 % como umbral de mejora de eficiencia por encima del cual aunque se registren mejoras en eficiencia superiores no se computarán en los cálculos de las reducciones de CO₂. Igualmente se establecen un umbral mínima de mejora de eficiencia energética del 0 %.

Se establecerá un Plan de Seguimiento con el objeto de confirmar, cuantificar y justificar la consecución de una reducción real y medible de las emisiones de gases de efecto invernadero lograda por la puesta en marcha de un Proyecto Clima. Dicho Plan especificará los procedimientos generales previstos para la adquisición, recopilación y almacenamiento de datos del Proyecto Clima, que permitan cuantificar y justificar las reducciones logradas durante el periodo de compra por el FES-CO₂.

Posteriormente, para cada periodo definido por el promotor, y al menos una vez al año, el promotor deberá elaborar un Informe de Seguimiento, que recoja los parámetros obtenidos mediante la aplicación del Plan de Seguimiento y en el que se determine la reducción de emisiones lograda en un periodo concreto de operación del Proyecto Clima. La información aportada en este informe, seguirá las pautas de adquisición y presentación definidas la metodología de seguimiento y estará sujeta a verificación por una entidad independiente acreditada. Los datos e información a incorporar en el informe deben estar respaldados por documentación que acredite su origen y fiabilidad.

España. La generación de residuos –cada año en mayor cantidad-, el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, la escasez de las aguas en cantidad y calidad, y la contaminación atmosférica en las ciudades, entre otros hechos ambientales, han sido consecuencia del desarrollo económico y social, pero sólo en la última década es cuando la sociedad toma conciencia del daño económico y social que estos hechos generan, condicionando el presente y el futuro [Arriaga y Granados, 2006]⁸³.

En el ciclo de vida de los vehículos de transporte se constata un gran esfuerzo de mejora en su sector de fabricación en los últimos años, construyendo vehículos más eficientes, con menor consumo, más potencia y con una reducción significativa de emisiones. Esta mejora debe verse ahora complementada por un esfuerzo “aguas abajo” del ciclo de vida de los vehículos, es decir, en el uso que se haga de los mismos, de manera que la actividad del transporte se realice de una forma medioambientalmente eficiente y siendo conscientes de las repercusiones ambientales del servicio que prestan.

El manual pretende que el sector andaluz de transporte tome conciencia de estas repercusiones, mejore su comportamiento ambiental en la medida de lo posible y se posicione estratégicamente de cara a escenarios futuros de mercado originados por las políticas sectoriales europeas.

Se determinó que la emisión de contaminantes está relacionada con el consumo de combustible, al ser la combustión del gasóleo lo que los origina. Así mismo, el combustible es el principal costo para la empresa, estimándose que llega a suponer un tercio de los costos totales de la empresa. En un estudio previo al manual, se ha estimado un consumo medio en Andalucía de 37,4 litros de gasóleo a los 100 km para el transporte ATP y de 38,3 litros de gasóleo a los 100 km para el transporte ADR y del resto de mercancías. Así mismo, se ha estimado una distancia recorrida aproximada de 250 millones de kilómetros por parte de los vehículos ATP y de algo más de 2.500 millones de kilómetros para los vehículos de transporte ADR y del resto de mercancías (2003).

Con ello, se han calculado los siguientes consumos de gasóleo aproximados: cerca de 94 millones de litros para el transporte ATP y más de 960 millones de litros para el transporte de mercancías ADR y del resto de mercancías (2003). En el mencionado estudio se han estimado las emisiones debidas a este consumo de combustible, dando como resultado los valores observados para el transporte pesado de mercancías de forma conjunta: Monóxido

de carbono, Hidrocarburos, Óxidos de nitrógeno, Partículas, Dióxido de azufre y Dióxido de carbono.

Comparativamente, las emisiones de CO₂ del sector transporte pesado de mercancías, suponen el 16,6 % de las emisiones de CO₂ del total del sector transporte en Andalucía y el 5,1 % de las emisiones de CO₂ del conjunto de sectores productivos en Andalucía. Cabe recordar, que es el transporte particular el que supone una mayor emisión de CO₂ en términos absolutos debido al gran número de vehículos existentes (turismos).

Con los valores de contaminantes emitidos anteriores se pueden calcular indicadores de eficiencia medioambiental, que responden a valores del tipo “cantidad de contaminación por unidad de producción” del transporte pesado de mercancías en Andalucía. Así, se obtienen los siguientes valores:

a. Consumo de combustible:

1. Litros gasóleo por tonelada-km = 0,0274 L
2. Energía por tonelada-km = 1,0 MJ (mega joule), o sea, la relación es 37 MJ de energía por cada litro de gasóleo, según API (American Petroleum Institute).

b. Emisión de gases de efecto invernadero (CO₂):

1. Gramos de CO₂ por tonelada . kilómetro = 67,9 g

c. Emisión de otros contaminantes a la atmósfera:

1. Gramos otros contaminantes por tonelada . kilómetro = 4,0 g.

Al igual que en el transporte de mercancías, con los valores anteriores se pueden calcular indicadores de eficiencia medioambiental del transporte de pasajeros en Andalucía. Así, se obtiene:

a. Consumo de combustible en el transporte urbano:

1. Litros de gasóleo por kilómetro = 0,492 L
2. Litros de gasóleo por pasajero = 0,135 L
3. Energía por kilómetro = 18,2 MJ
4. Energía por pasajero = 5,1 MJ

b. Consumo de combustible en el transporte no urbano:

1. Litros de gasóleo por pasajero-km = 0,057 L
2. Energía por pasajero-km = 2,1 MJ

c. Emisión de gases de efecto invernadero (CO₂) en el transporte urbano:

1. Gramos CO₂ por kilómetro = 1.235 g
 2. Gramos CO₂ por pasajero = 347,4 g
- d. Emisión de gases de efecto invernadero (CO₂) en el transporte no urbano:
1. Gramos CO₂ por pasajero-km = 145,4 g
- e. Emisión de otros contaminantes (SO₂, NO_x, CO) a la atmósfera en el transporte urbano:
1. Gramos otros contaminantes por kilómetro = 59,5 g
 2. Gramos otros contaminantes por pasajero = 16,7 g
- f. Emisión de otros contaminantes a la atmósfera en el transporte no urbano:
1. Gramos otros contaminantes por pasajero . kilómetro = 5,8 g.

América Latina. De acuerdo con la CEPAL, se empleará este enfoque: A. Estratégico / Configuración, que comprenderá: Optimización Logística, Configuración de la Flota, Sistemas de Información. En B. Operativo / Gestión de Flotas se incluyen: Gestión de Conductores, Gestión del Mantenimiento (neumáticos, alineación de ruedas y filtros).

Australia. Soluciones de transporte basadas en la estrategia Ganar / ganar "*Win / win*", que son doce [Litman, 2017]⁸⁴: planeación de reformas, programas de gestión de la demanda de transportación, precios a las carreteras, precios del parqueo, parqueo inteligente, precios según los días que se conduzca, aumento de los impuestos al combustible (cambio de impuestos), mejoras al tránsito público y compartir de autos, mejoras a peatones y ciclistas, estrategias de compartir autos, crecimiento inteligente, y gestión del transporte de carga incluyendo la cultura del sector [CINOI, 2016]⁸⁵.

1.8. Mediciones de la Eficiencia Energética.

La eficiencia puede ser analizada desde 2 puntos de vista [Helman, 1987]⁸⁶. Por un lado, la "eficiencia real" (EFF.1) que surge de la siguiente relación:

$$EFF1 = \text{distancia recorrida estimada} / \text{consumo de combustible.} \quad (1.1)$$

El resultado se expresa en kilómetros. litro; la "distancia recorrida" se estima en base a un muestreo del flujo de tránsito, mientras que el consumo de nafta está dado por las ventas al mercado [Heide, 1979]⁸⁷.

Por otra parte, el concepto de "eficiencia teórica" (EFF2) se refiere al rendimiento del vehículo bajo ciertas condiciones ideales de velocidad, características del recorrido, etc., (por ejemplo, 80 km / h constantes). Los ensayos realizados en una serie de países

permitieron determinar el nivel promedio de eficiencia del parque automotor en función de la estimación del consumo para diferentes ciclos, y estimar su respuesta frente a cambios en la política de precios y controles sobre la velocidad y emisión. Se establecieron las siguientes conclusiones, con respecto a la variabilidad de la eficiencia de los vehículos y las características tecnológicas y del medio ambiente:

1. Aunque es sabido que el consumo de combustible a velocidad constante se incrementa cuando se supera el límite de (60 a 80) km / h, se determinó que tanto la tasa de aumento como la velocidad a la cual se obtiene el mínimo consumo son funciones del tamaño del motor como del "*axle ratio*". En general, los vehículos con un mejor desempeño tienden a alcanzar el mínimo de consumo a mayores velocidades y así mismo, tienen un menor incremento en el consumo cuando la velocidad supera el nivel en el que se obtiene el consumo óptimo. La relación entre tasa de incremento en el consumo y velocidad no es lineal; en un vehículo "promedio", se espera que el consumo se incremente de 10 a 15 % de entre (60 y 90) km / h y entre (30 a 35) % para el de (90 a 120) km / h. La influencia del diseño aerodinámico sobre el consumo aumenta rápidamente por encima de los 60 km / h [Guadagni, 1984]⁸⁸.
2. El consumo de combustibles depende en grado significativo no sólo del rango de velocidades sino también de las pautas de aceleración, y del tiempo de marcha en reposo (*idle time*).
3. El ahorro de combustible tiende a declinar cuando se superan los 50.000 km, debido a que en vehículos de mayor antigüedad se observan con mayor frecuencia factores que tienden a elevar el consumo.
4. Se cuantificó la relación entre distancia recorrida y temperatura inicial, comprobándose que la combinación de bajas temperaturas y viajes cortos incrementan el consumo. Por ejemplo: a 0 °C para un recorrido de 10 km, la economía promedio de combustible es 35 % menor que en condiciones de temperatura normales [OCDE, 1984]⁸⁹.
5. El efecto de la temperatura en el consumo difiere significativamente entre motores diesel y nafteros. Los primeros son poco sensibles al arranque en frío (*cold start*) y a la baja temperatura ambiente pues los motores requieren una mezcla menos rica durante el arranque en frío. Por igual motivo, los vehículos a inyección son menos sensibles a la temperatura ambiente que los vehículos carburados.

Las conclusiones de ensayos e investigaciones sobre la eficiencia del parque automotor y el grado de respuesta ante el cambio en las condiciones externas se utilizaron en el desarrollo e implementación de los "programas - objetivos" de eficiencia. Como parte del análisis realizado, la AIE y otros organismos a nivel nacional e internacional estimaron la evolución de la eficiencia por país, la estructura del parque por peso y potencia, y se intensificaron factores que influyeron significativamente sobre el mejor perfil de eficiencia logrado.

En función de las metas propuestas con respecto a la evolución de la eficiencia, cada país implementó programas consistentes con la implementación de las siguientes políticas:

1. Política de precios y fiscal.
2. Programas de eficiencia (obligatorios o voluntarios).
3. Programas de capacitación y divulgación de información técnica sobre consumos y métodos de ahorro orientadas a modificar las preferencias y los hábitos del consumidor.

El carácter técnicamente contradictorio entre los objetivos de eficiencia y control de emisión, dio lugar a medidas que los compatibilizaran, como la norma de uso de combustibles sin contenido de plomo [Sourrouille, 1980]⁹⁰ y la reducción de los niveles estándares de emisión en función de objetivos predeterminados. Fue significativo que a partir de 1989, todos los vehículos patentados debieron ser del tipo "baja emisión".

1.9. Conclusiones del capítulo.

1. El estado de la explotación del transporte de carga carretero es fundamental para el funcionamiento de la sociedad, y a un menor nivel, la influencia del consumo de combustible en los costos totales del sector es altamente significativa, por lo que resulta de interés la difusión de buenas prácticas para el ahorro de combustible.
2. Un transporte ineficiente es un obstáculo para el desarrollo sustentable de Cuba, considerando además que importa la totalidad de los combustibles fósiles utilizados.
3. A pesar de los logros a obtener con diversas tecnologías disponibles, la tasa de difusión de algunas ha sido relativamente lenta. La barrera está en la poca difusión de sus beneficios, la inexistencia de información fiable e independiente que muestre los reales ahorros de combustible, y una gran barrera en la industria del transporte de carga es el factor cultural.

CAPÍTULO 2. ESTADO DE EXPLOTACIÓN TÉCNICO DE LOS CAMIONES NORTH BENZ EN SERVICAR DURANTE EL AÑO 2017.

2.1. Caracterización de la UEB ServiCar Holguín.

La empresa ServiCar Holguín fue creada el 17 de abril del 2002 con personalidad jurídica independiente y patrimonio propio, mediante la Resolución No. 150 / 2002 del Ministerio del Transporte, con domicilio en Carretera Central Vía Tunas y Circunvalación, km 769, Ciudad Holguín, Provincia Holguín. Posteriormente comenzará a desempeñarse como Unidad Estratégica de Base (UEB) Servicio de Carga Holguín, perteneciente a la empresa de carga por camiones, integrada al Grupo Empresarial de servicios Automotor (GEA) por la Resolución 13 del 25 de abril del 2014 dictada por el Ministerio del Transporte.

El objeto social de la UEB aprobado por la Resolución No. 136/14 del Ministerio de Economía y Planificación (MEP) de fecha 22 de enero del 2014, quedó redactado de la siguiente forma:

- Brindar servicios de transportación de carga por vía terrestre en todas sus modalidades.

Las actividades secundarias quedaron dispuestas de la siguiente forma:

- Brindar servicio de agencia de mudanza, por medio de la UEB de Servicio de Expreso.
- Brindar servicio de transportación terrestre de cargas líquidas en equipos cisternas o pipas.
- Brindar servicio de transporte de carga general en contenedores.
- Brindar servicio de transporte de carga refrigeradas.
- Brindar servicio de transportación de carga a granel.

Como actividades de apoyo se dispusieron:

- Brindar servicios de parqueo.
- Brindar servicios de arrendamiento de locales, almacenes o espacios.
- Brindar servicios de mantenimiento y reparaciones mecánicas ligeras a medios de transporte.
- Brindar servicios de reparaciones eléctricas a medios de transporte.
- Brindar servicios de chapistería, pintura, ponchera y fregado para medios de transporte.
- Brindar servicios de cerrajería y cristalería a medios de transporte.

- Comercializar de forma mayorista partes, piezas, accesorios y agregados para vehículos automotores, neumáticos, cámaras y baterías, a través de la UEB de aseguramiento logístico.
- Comercializar de forma mayorista inventarios ociosos, de lento movimiento o en excesos.
- Comercializar de forma mayorista los desechos reciclables ferrosos y no ferrosos, generados de procesos de prestación de servicios, que no puedan ser utilizados dentro de la propia entidad o en el sistema del ministerio del transporte.
- Comercializar vehículos clasificados para ser desarmados o que tengan aprobada la baja técnica, con las entidades autorizadas para brindar el servicio de desarme y clasificación de las piezas de repuesto.
- Comercializar productos o bienes para la reserva.

La UEB, para la actividad de dirección empresarial, cuenta con seis áreas funcionales, compuestas por los siguientes departamentos.

- Dirección.
- Grupo de Contabilidad y Finanzas.
- Grupo de Gestión de Capital Humanos.
- Equipo de Organización y Desarrollo.
- Grupo de Sistemas de Posicionamiento Global (SPG).
- Grupo de Comercial.

Para la prestación del servicio cuenta con el desempeño de tres equipos de trabajo integrados por:

- Equipo de Operaciones.
- Equipo de Logística e Ingeniería Técnica.
- Equipo de Servicio Interno.

En la figura 2.1 se muestra el organigrama funcional de la UEB SERVICAR Holguín.

Definiciones estratégicas.

Misión: Brindar servicios de transportación de cargas por carreteras en sus diferentes modalidades en todo el territorio nacional a personas jurídicas y naturales con profesionalidad y eficiencia.

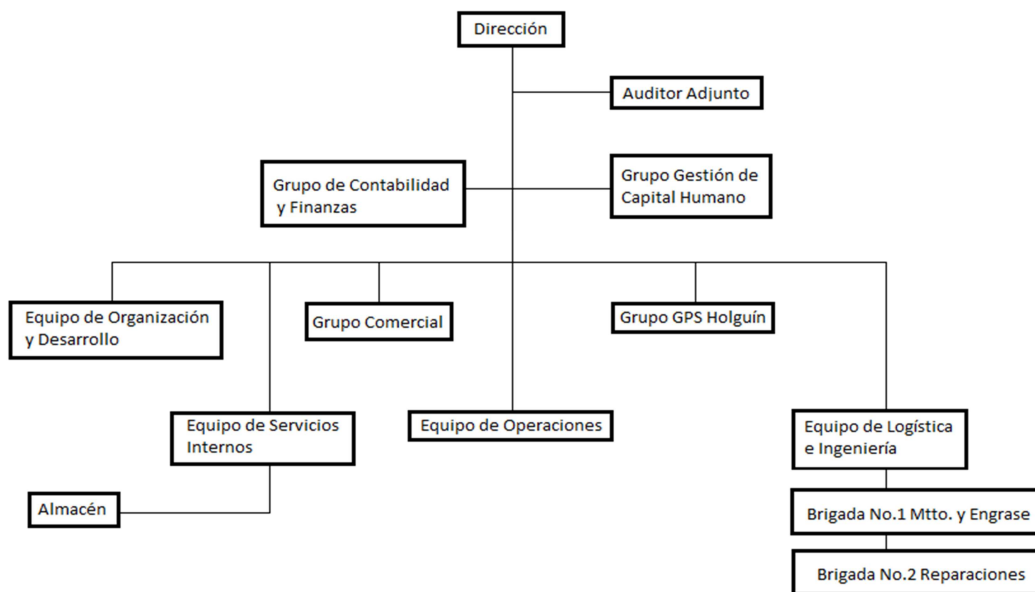


Figura 2.1. Organigrama funcional de la UEB SERVICAR Holguín. Fuente: [Grupo de Gestión de Capital Humano, 2017]⁹¹.

Visión: Somos una empresa de referencia nacional por el Perfeccionamiento Logístico de nuestro transporte automotor, además mantenemos la condición de Transportista Distinguido por la profesionalidad y la excelencia de nuestro servicio con tecnologías que garantizan la satisfacción de los clientes.

Se partió de una Matriz **DAFO** que utiliza la empresa:

Debilidad Mayor: Deficiente capacidad financiera.

Amenaza Mayor: Crisis Económica Internacional.

Fortaleza Mayor: Imagen corporativa y preparación de los cuadros.

Oportunidad Mayor: Existencia de un mercado seguro.

2.1.1. Caracterización del parque automotor de SERVICAR Holguín.

La UEB Servicios de Carga Holguín (SERVICAR) cuenta hoy con parque vehicular integrado por 79 máquinas automotrices de diferentes marcas y configuraciones, entre los que se encuentran los camiones de la marca KAMAZ, de fabricación rusa. Los mismos poseen un diseño simple y robusto, cuentan con una capacidad de carga de hasta 20 toneladas y algunos de estos equipos tienen hasta 30 años de explotación. Actualmente se

encuentran integrados por 7 equipos tipo camión y 9 cuñas tractoras, representando el 20,3 % del parque total.

En su haber cuenta también con 14 equipos de la marca International, compuestos por un equipo tipo camión con capacidad de carga para 35 toneladas y 13 cuñas tractoras con capacidad de 30 toneladas, para una representación del 17,7 %.

Por otra parte, posee 12 camiones de la marca Howo de fabricación china, introducidos en el año 2016 con una capacidad de 45 toneladas, que representan 15,2 % del total. También posee un equipo marca Ford tipo furgón de 2,5 toneladas, usado principalmente para el abastecimiento de la UEB, aunque también en la prestación de algunos servicios.

Cuenta también con una cuña Freightliner y dos cuñas Iveco con capacidad de 30 toneladas. Además, en la unidad se tienen 33 camiones de la marca North Benz, de procedencia china introducidos en el año 2008 que conforman la flota objeto de estudio, representando el 41,7 % del total del parque de equipos, por lo que constituyen un elemento fundamental en el cumplimiento de los objetivos de la empresa.

2.1.2. Caracterización del servicio de taller.

Los talleres de la UEB SERVICAR Holguín están estructurados en diferentes áreas, entre las que se encuentran la de mantenimiento, donde deberá existir la carta técnica de mantenimiento, las herramientas manuales y especiales requeridas, los medios auxiliares, el equipamiento técnico necesario y los demás parámetros técnicos acorde con los manuales del fabricante.

En el área de chapistería, soldadura y electricidad, el vehículo antes de entrar a taller deberá ser tasado, determinándose el tipo de reparación a realizar, las piezas que se requieran reparar y sustituir y el volumen de trabajo aproximado en concordancia con las normas de tiempo establecidas. Las piezas a reparar y recuperar serán conservadas y almacenadas en lugares previstos para ello.

Cuenta también con una ponchera, en esta área deberá existir el procedimiento de revisión y mantenimiento de los neumáticos, previendo el uso de dispositivos que protejan al trabajador en caso de ocurrencia de accidentes.

Existe además una planta de fregado donde los vehículos y sus elementos componentes serán lavados y secados antes de ser enviados a los puestos de trabajo de los talleres y en

los casos que posean sustancias nocivas al trabajador, serán debidamente descontaminados. La instalación cuenta con 41 obreros organizados por brigadas. Las áreas en las que se desempeñan son “Brigada de Mantenimiento” y “Brigada de Reparaciones”, dirigidos por un Equipo de Ingeniería que es el encargado del control de la documentación técnica. Dentro de él se encuentra el Jefe de Grupo, un Especialista "A" y dos Técnicos "A" de Transporte Automotor.

El área de mantenimiento consta de un Jefe de Brigada (JB) Técnico "A" de transporte automotor, un técnico en neumáticos y cámaras, un mecánico "A" automotor, un mecánico "B" automotor, dos mecánicos "C" automotor, dos engrasadores, tres poncheros y un calibrador-revisor de aire.

La brigada de reparación dirigida por un mecánico "A" automotor (JB), está compuesta de un mecánico "A" automotor, un electricista "A" automotor, un electricista "B" automotor, 5 mecánicos "B" automotor, un reparador "A" bomba de inyección diesel, un operario de máquina de fabricación de piezas de goma, un chofer operador de carro remolque, un operario de máquinas herramientas "B", dos paileros "B", un tapicero "A", un Pañolero y cuatro mecánicos "C" automotor.

2.1.3. Flujo tecnológico.

El flujo tecnológico comienza cuando el chofer reporta el vehículo a Control de Talleres, el Técnico abre un modelo CT No. 4 (Reporte de reparación y mantenimiento), anotando en el mismo el tipo de rotura reportada con hora, día, mes y año, posteriormente lo plasma en el modelo CT No. 5 (Movimiento de vehículos en taller por reparaciones y mantenimiento), que lleva el número de folio del CT No. 4, tipo de rotura, hora, día, mes, año y el número del vehículo.

Se recoge la Hoja de Ruta del vehículo y se anota en ella la entrada al taller. El vehículo pasa al Taller, donde se efectúa la reparación correspondiente, después de terminada la misma, el Jefe de Taller anota en el modelo T No. 4 todas las operaciones realizadas y los operarios que intervinieron en las mismas con su calificación, la hora que estuvo cada operario en cada una de las operaciones realizadas y la fecha. Al final se suma el total de horas trabajadas por cada operario, labor realizada y firma el documento. Si para reparar el tipo de rotura es necesario extraer alguna pieza del almacén, el Jefe de Taller presenta el

modelo T No. 4 conjuntamente con una solicitud de materiales para extraer la pieza, dicha solicitud estará debidamente firmada por el Jefe de Taller y firmada por el conductor cuando la recibe. El Dependiente de Almacén la asienta en el CT No. 4 y hace entrega de la misma al Jefe de Taller, conjuntamente con el CT No. 4. A su vez, el Jefe de Taller hace entrega de la pieza al operario para que el mismo que realice el trabajo.

Una vez que el operario termina su trabajo, el Jefe de Taller revisa y prueba el equipo, dándole el “Visto Bueno” al trabajo y el “Disponible” al vehículo, después de lo cual entrega el CT No. 4 al Control de Talleres, que procede a darle salida en el CT No. 5 y en la hoja de ruta, y la entrega en el Departamento de Operaciones quedando el vehículo disponible para trabajar.

El Técnico en control de talleres suma el tiempo total de paralización del vehículo y lo asienta en el modelo CT No. 4, además todas las operaciones realizadas se codifican y se pasa al modelo CT No. 2 (Control de mantenimiento y reparaciones eventuales). Posteriormente se archiva el modelo CT No. 4 en el expediente individual del equipo en el año en curso, y por cinco años en el archivo pasivo.

2.2. Caracterización de la flota de camiones North Benz en la UEB SERVICAR.

La UEB Servicios de Carga Holguín (SERVICAR) cuenta hoy con 33 camiones de la marca North Benz, fabricados en la República Popular China, en la ciudad de Qingdao, por el productor Beiben. Fue desarrollado sobre la base de la introducción del certificado de permiso del vehículo Benz de Alemania.

Fueron introducidos en las operaciones de la empresa en el año 2008 conformando la flota objeto de estudio y representando el 41,7 % del total de los equipos existentes en el parque, por lo que constituyen un elemento fundamental en el cumplimiento de los objetivos de la empresa.

Este modelo utiliza la cabina de metal totalmente hermética con la punta plana, presentando buen confort y aerodinámica. Como fuente de potencia cuenta con un motor diesel de seis cilindros refrigerado por agua, realiza la conexión con el sistema de transmisión empleando un embrague de monodisco en seco, modelo GFX420, con resortes circulares. La caja de marchas está constituida por una caja principal con cuatro marchas hacia delante, una marcha hacia atrás, así como una marcha de pendiente y un reductor de velocidad.

En el sistema de propulsión el equipo North Benz emplea un diferencial Modelo HD7, el cual es desacelerado en dos etapas. La primera etapa se realiza por el reductor principal de velocidad, que se compone de un par de engranajes espirales y en la segunda etapa, se realiza por el reductor de velocidad con coronas. En la tabla 2.1 se resumen de las principales características técnicas del camión North Benz.

Tabla 2.1. Características técnicas del camión North Benz. Fuente: [Diaz, 2015]⁹².

Modelo	2528	Modelo del motor	WD615.44
Potencia	206 kW / 2200 min ⁻¹	Caja de marchas	ZF5S-111GP
Tanque de combustible	400 L	Velocidad máxima	90 km / h
Largo x ancho x alto	7050 x 2500 x 3260	Capacidad de carga	25 000 kg
Sistema de dirección	ZF8098	Neumáticos	12.00 - 20
Peso del vehículo	11 200 kg (sin carga)	Consumo de combustible	197 g / kW h
Peso del remolque	2 770 kg	Fecha de fabricación	Año 2008

La característica tractiva del camión de carga North Benz se calcula para mostrar sus cualidades de movimiento, como representación gráfica de la ecuación general del movimiento de las máquinas automotrices. Esta comprende las curvas de fuerza tractiva (P_n) versus velocidad de movimiento (V) [Delor, 2008]⁹³. La fuerza tractiva se calcula con el motor trabajando en su característica exterior de velocidad [Benedict, 2003]⁹⁴, y depende, entre otras cosas, de la eficiencia (η_o) y las relaciones de transmisión (i_c) del sistema de transmisión.

El trazado de las curvas P_n vs V se consigue a través de ecuaciones paramétricas, mediante las cuales se consiguen parear valores de fuerza tractiva y velocidad. La fuerza tractiva que se representa en la gráfica, es la que resulta una vez deducida la fuerza de resistencia del viento (W_p), de la fuerza que efectivamente llega a las ruedas motrices. Depende, entre otras cuestiones, de las características técnicas del motor de la máquina, de la eficiencia de la transmisión y de las cualidades del sistema de transmisión de fuerzas del automóvil [López y Sanfort, 2001]⁹⁵.

En la Tabla 2.2 se muestran los datos empleados para el desarrollo de la característica tractiva de los camiones North Benz. Las columnas de la parte derecha de la tabla se refieren a las relaciones de transmisión de cada marcha (Is_n) y del puente propulsor (Im).

Tabla 2.2. Datos para el desarrollo de la característica tractiva. Fuente: [Ortiz, 2007]⁹⁶.

Potencia del motor	206 kW	Is_1	1 : 8,480
Vía	2495 mm	Is_2	1 : 6,040
Alto	2975 mm	Is_3	1 : 4,390
Coefficiente aerodinámico	1,1	Is_4	1 : 3,430
Radio dinámico	0,541 m	Is_5	1 : 2,470
Peso del vehículo	18 100 kg	Is_6	1 : 1,760
Eficiencia de la transmisión	0,85	Is_7	1 : 1,280
Velocidad máxima	2 200 min^{-1}	Is_8	1 : 1,00
Velocidad mínima	600 min^{-1}	Im	1 : 4,769

A partir de estos datos y para la realización de la característica tractiva de los camiones North Benz se inició de los cálculos en la plantilla de Microsoft Excel. Los cálculos se muestran en la tabla 2.3.

Donde:

W_p : Fuerza de resistencia frontal del aire (N).

P_n : Fuerza tractiva de la máquina (N).

P_{ne} : Fuerza tractiva calculada por la característica exterior de velocidad del motor (N).

V: Velocidad (km / h).

Tabla 2.3. Características tractivas de los camiones North Benz. Fuente: elaboración propia.

Característica Ext. Velocidad		Mín.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Máx.
Frecuencia de rotación (min ⁻¹)		600	723	846	969	1092	1215	1338	1462	1585	1708	1831	1954	2077	2200
Potencia efectiva (kW)		47	60	74	88	102	116	131	144	158	170	181	191	199	206
Torque (Nm)		748	793	832	866	894	917	934	945	951	951	946	935	918	896
Primera Marcha	Wp1 (N)	3	5	7	9	11	14	17	20	24	28	32	36	41	46
	Pn1(N)	47483	50343	52846	54994	56785	58221	59300	60024	60391	60402	60057	59356	58299	56886
	Pn1e (kN)	47,48	50,34	52,84	54,99	56,77	58,21	59,28	60,00	60,37	60,37	60,02	59,32	58,26	56,84
	V1 (km/h)	3	4	4	5	6	6	7	7	8	9	9	10	10	11
Segunda Marcha	Wp2 (N)	7	10	13	18	22	28	34	40	47	55	63	72	81	91
	Pn2 (N)	33820	35857	37641	39170	40446	41469	42237	42753	43014	43022	42776	42277	41524	40518
	Pn2e (kN)	33,81	35,85	37,63	39,15	40,42	41,44	42,20	42,71	42,97	42,97	42,71	42,21	41,44	40,43
	V2 (km/h)	4	5	6	7	8	9	9	10	11	12	13	14	15	16
Tercera Marcha	Wp3 (N)	13	19	25	33	42	53	64	76	89	104	119	136	153	172
	Pn3 (N)	24581	26062	27358	28470	29397	30140	30699	31073	31264	31269	31091	30728	30181	29449
	Pn3e (kN)	24,57	26,04	27,33	28,44	29,35	30,09	30,64	31,00	31,17	31,17	30,97	30,59	30,03	29,28
	V3 (km/h)	6	7	8	9	11	12	13	14	15	17	18	19	20	21



Tabla 2.3. Características tractivas de los camiones North Benz (continuación).

Característica Ext. Velocidad		Mín.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Máx.
Frecuencia de rotación (min ⁻¹)		600	723	846	969	1092	1215	1338	1462	1585	1708	1831	1954	2077	2200
Cuarta Marcha	Wp4 (N)	21	30	42	55	69	86	104	124	146	170	195	222	251	282
	Pn4 (N)	19206	20363	21375	22244	22969	23549	23986	24278	24427	24431	24292	24008	23581	23009
	Pn4e (kN)	19,19	20,33	21,33	22,19	22,90	23,46	23,88	24,15	24,28	24,26	24,10	23,79	23,33	22,73
	V4 (km/h)	7	9	11	12	14	15	17	18	20	21	23	24	26	27
Quinta Marcha	Wp5(N)	40	59	80	106	134	166	201	240	282	328	376	429	485	544
	Pn5(N)	13831	14664	15393	16018	16540	16958	17273	17483	17590	17593	17493	17289	16981	16569
	Pn5e (kN)	13,79	14,60	15,31	15,91	16,41	16,79	17,07	17,24	17,31	17,27	17,12	16,86	16,50	16,03
	V5 (km/h)	10	13	15	17	19	21	23	25	27	30	32	34	36	38
Sexta Marcha	Wp6(N)	80	116	158	208	264	327	396	473	555	645	741	845	954	1071
	Pn6(N)	9855	10448	10968	11414	11786	12084	12308	12458	12534	12536	12465	12319	12100	11806
	Pn6e (kN)	9,78	10,33	10,81	11,21	11,52	11,76	11,91	11,99	11,98	11,89	11,72	11,47	11,15	10,74
	V6 (km/h)	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	47	50	53
Séptima Marcha	Wp7(N)	151	219	299	393	499	618	749	893	1050	1220	1402	1597	1804	2024
	Pn7(N)	7167	7599	7977	8301	8571	8788	8951	9060	9116	9117	9065	8959	8800	8587
	Pn7e (kN)	7,02	7,38	7,68	7,91	8,07	8,17	8,20	8,17	8,07	7,90	7,66	7,36	7,00	6,56
	V7 (km/h)	20	24	28	32	37	41	45	49	53	57	61	65	69	74
Octava Marcha	Wp8(N)	247	358	491	644	818	1012	1228	1464	1721	1998	2297	2616	2956	3317
	Pn8(N)	5599	5937	6232	6485	6696	6866	6993	7078	7122	7123	7082	7000	6875	6708
	Pn8e (kN)	5,35	5,58	5,74	5,84	5,88	5,85	5,77	5,61	5,40	5,12	4,79	4,38	3,92	3,39
	V8(km/h)	26	31	36	41	47	52	57	63	68	73	78	84	89	94

En la Figura 2.2 se presenta la característica tractiva del North Benz equipado con su motor diesel, y con un sistema de transmisión de fuerzas sin algún elemento que trabaje con patinaje continuo. Las curvas continuas como parábola invertida son para cada marcha y las líneas discontinuas caracterizan la fuerza de resistencia del camino al vehículo completamente cargado, para una carretera de asfalto ($f = 0,022$) y un camino de tierra seco ($f = 0,06$).

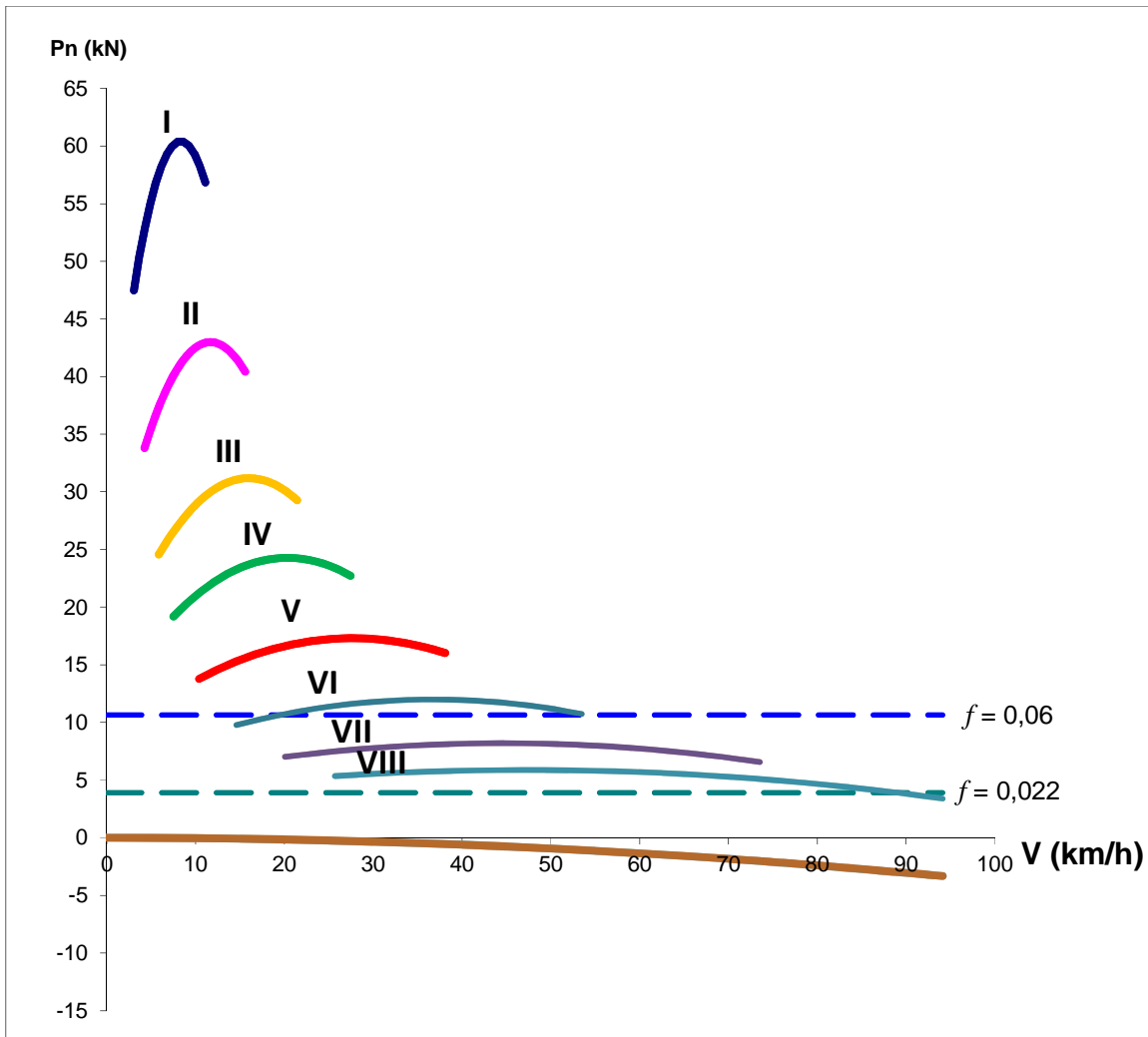


Figura 2.2. Representación gráfica de la característica tractiva del camión North Benz. Fuente: el autor.

De la observación de los resultados obtenidos y trazados en cada una de las características tractivas, se puede apreciar que el vehículo no puede operar con la séptima u octava marchas conectada en la caja de velocidades a plena capacidad en un camino de tierra, limitándose a 60

km / h la velocidad técnica. Los conductores al estar vinculados con la producción que realizan, frecuentemente tratan de transitar a la mayor velocidad posible, lo que hace que el motor trabaje al límite de su velocidad máxima.

Producto a la menor elasticidad de torque de los motores diesel [Kutz, 2003]⁹⁷ y al estado de las carreteras de nuestro país, se precisa realizar frecuentes cambios de marchas en la caja de velocidades, esto no sólo trae sobrecargas en el sistema de transmisión de fuerzas, sino que también sobrecarga al motor del camión, provocando un exceso del consumo de combustible por la máquina y una eventual entrada al taller por fallas de los sistemas y la ejecución de su mantenimiento. Los dos últimos aspectos se abordan seguidamente.

2.3. Evaluación del sistema de mantenimiento de la UEB SERVICAR Holguín.

Sobre el mantenimiento, podemos plantear que para garantizar que los vehículos trabajen de forma segura y efectiva es necesario que su estado técnico responda a las exigencias técnicas que establecen las reglas de explotación técnicas y del tránsito, por esto a los mismos se les establece el mismo bajo la forma de un plan. Los trabajos de mantenimiento y reparación de los camiones se realizan a través del Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP), que no es más que el conjunto de medidas técnico - organizativas elaboradas previamente, cuyo estricto cumplimiento garantiza un rendimiento eficaz del equipo, y la disminución de los fallos [Navarrete y Gonzáles, 1986]⁹⁸.

El mantenimiento puede ser dividido en tres categorías principales:

1. Correctivo: se realiza con el objetivo de reparar los fallos después que éstos ya han ocurrido, son trabajos de reparación para eliminar las averías o imprevistos ocurridos en el equipo. Trae como resultado baja calidad y alto costo de reparación.
2. Preventivo planificado: se realiza con el objetivo de eliminar los fallos incipientes o para prevenir su ocurrencia. Ofrece media calidad y alto costo.
3. Predictivo: se basa en aplicar el diagnóstico técnico, y tiene como objetivo detectar los problemas de un equipo mediante el estudio y la medición de sus parámetros pero sin realizar desarmes innecesarios. Es casi todo positivo: se pueden obtener alta calidad y bajo costo, sólo que los equipos e instrumentos son costosos.

Con respecto a las reparaciones eventuales, la baja calidad de la ejecución de los trabajos de mantenimiento técnico provoca un aumento en su demanda; debido a los crecientes fallos que

surgen en los agregados, mecanismos y piezas del vehículo, lo cual trae consigo la interrupción de la explotación del vehículo y el aumento de estadía en el taller, influyendo de forma negativa en la economía de la empresa y en la del país.

Las reparaciones eventuales son trabajos de restablecimiento, que consisten en eliminar los fallos y desperfectos que surgen durante la explotación normal del automóvil, y que permiten mantenerlo funcionando hasta completar su tiempo de servicio. Este tipo de reparación se realiza por necesidad y contempla la ejecución de montaje, desmontaje, soldadura, chapistería y otros, así como el reemplazo de piezas de los agregados [Luna, 1980]⁹⁹. Su volumen total se forma a partir de los fallos o desperfectos surgidos durante el trabajo del vehículo en la línea y reportados por los choferes y los reportados al realizar trabajos de mantenimiento técnico.

Los mantenimientos predictivo y preventivo se efectúan de acuerdo con una programación, llevándose a cabo aunque no hayan ocurrido fallas. El mantenimiento correctivo se hace cuando la falla o defecto han aparecido.

Existe la siguiente agrupación:

- Mantenimiento programado: Agrupa el preventivo y predictivo, la periodicidad se establece con anterioridad, y se mide mediante la variable de control.
- Mantenimiento no programado: Es el correctivo y se realiza para solucionar una falla. Se efectúa al aparecer la misma y no responde a una programación.

Las políticas de mantenimiento aplicadas la UEB SERVICAR Holguín son el mantenimiento preventivo planificado y el mantenimiento correctivo. Tienen como objetivo ofrecer servicio técnico a la flota de camiones North Benz, manteniéndolos en buen estado técnico a través de las reparaciones eventuales que se realizan y mejorar la fiabilidad de estas máquinas.

Desventajas de la aplicación del sistema de mantenimiento correctivo:

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

Ventajas del mantenimiento preventivo:

Con el uso del mantenimiento preventivo se pueden obtener las siguientes ventajas:

- Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos/máquinas.
- Mayor duración, de los equipos e instalaciones.
- Disminución de existencias en almacén y, por lo tanto sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de Mantenimiento debido a una programación de actividades.
- Menor costo de las reparaciones.

Desventajas de la aplicación de un Sistema de Mantenimiento Preventivo.

Como todos los procesos en los que interviene el hombre, el sistema de Mantenimiento Preventivo Planificado recibe objeciones [Prando, 1996]¹⁰⁰:

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

2.3.1. Desempeño del mantenimiento en la flota North Benz.

El mantenimiento se realiza según el kilometraje recorrido por el equipo (ver tabla 2.4), el cual se determina a través de las Hojas de Ruta y el modelo CT No. 2 del vehículo, en el cual se reflejan los kilómetros históricos y recorridos, rellenos y cambios de aceite, así como la programación de los mantenimientos y revisiones de cada uno. El modelo CT No. 4 (Reporte de reparación y mantenimiento) se envía al taller y en él está reflejado el tipo de mantenimiento que corresponde al vehículo; y mediante la Carta de Mantenimiento se realizan

las operaciones correspondientes al mismo. Cuando se termina el mantenimiento, se reflejan en el modelo CT No. 4 todas las operaciones realizadas y el tiempo de duración de las mismas, así como la fecha y la firma del Jefe de Taller, certificando que el equipo quedó disponible. Se entrega la misma en el departamento técnico donde se le da salida en la Hoja de Ruta y se entrega al departamento de Operaciones.

Tabla 2.4. Ciclo de mantenimiento por kilómetros recorridos. Fuente: [Hernández, 2011]¹⁰¹.

Tareas de mantenimiento:	Kilómetros recorridos:
Revisión	2 500
Mantenimiento 1	5 000
Revisión	7 500
Mantenimiento 1	10 000
Revisión	12 500
Mantenimiento 1	15 000
Revisión	17 500
Mantenimiento 2	20 000
Revisión	22 500
Mantenimiento 1	25 000
Revisión	27 500
Mantenimiento 3	30 000
Revisión	32 500
Mantenimiento 1	35 000
Revisión	37 500
Mantenimiento 4	40 000

Los procedimientos tecnológicos del Mantenimiento Técnico se componen de:

1. Limpieza y Fregado.
2. Lubricación.
3. Aprietes.
4. Regulación y Ajuste.
5. Comprobación de estados y Niveles de los materiales de explotación.
6. Electricidad.
7. Neumáticos.
8. Chapistería, tapicería, cristalería y pintura.
9. Completamiento.

2.3.2. Comportamiento del mantenimiento correctivo en ServiCar.

En la UEB ServiCar Holguín se aplica el mantenimiento correctivo con el objetivo de restablecer la capacidad operativa de los equipos tractivos cuando éstos sufren roturas eventuales que pueden detener el vehículo totalmente o presentar fallos que no les permita su correcto funcionamiento, disminuyendo su capacidad de trabajo y con ello la eficiencia de este. En la tabla 2.5 se presentan los tiempos en taller por este concepto en el año 2016.

Tabla 2.5. Tiempo (en minutos) por meses y vehículos del mantenimiento correctivo en ServiCar durante el año 2016. Fuente: El autor.

No. Equipo	Meses									Total
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
4227	495	480	4800	360	900		540	1410	1590	10575
4228	3670		2115	2130	180	90		3285	375	11845
4229		6900	240		1800	660	60	1470	530	11660
4230	5580	1050	3810			2100	890	750	1320	15500
4231	480	1990	270	480	1500	1260	1020		3050	10050
4232	1920	180	1080	1020	424	2040	535	1740	180	9119
4234	2510	480	360	2880		2760		210	30	9230
4235	1540	240	390			990	290	1020	1620	6090
4236				830	40	870	540	1375	180	3835
4237		720	410	910	1245	1320	1080	420	90	6195
4238	450	1990	1480	1680	1320	240	755	1620		9535
4239	2310	435	540	11580				1200	1680	17745
4242							480	750	120	1350
4243	330	470					180		90	1070
4244	360	550	2160	520	430	1530	1650	890	1980	10070
4245	330	2100	780	570		280		420		4480
4246	120	2430	570	1140	240	1920	850	90	1200	8560
4247		1680	800	345	540	1380	960	390	540	6635
4248	60	7740			2040	2170	540		1200	13750
4249		780	340		1440	450	1155		300	4645
4250										
4252	490	180	330	1110	180	420	10	150	4860	7730
4254		6760		60	780	780	780	420	540	10120
4255	180				360	360	240			1140
4259	240	1930	1050	440	2820	150	1740	720	1380	10470

Tabla 2.5. Tiempo (en minutos) por meses y vehículos del mantenimiento correctivo en ServiCar durante el año 2016 (continuación).

No. Equipo	Meses									Total
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
4260	450	900	360	265			450	180	3140	5745
4261	1860	3420		1260	1260	10440				18240
4262	960	4170	660	320	120	1980	1290	3240	60	12800
4263	8520			1140	775		1905	240	300	12940
4264	1800	840	3135		2700	1150	3900	6930		20455
4265	1120	300								1420
4267		6330	3060	2905	960	870	1650	4200	930	20905
4268	1940	625	1640	1080	1200	330	390	1105	280	8590
Total	37715	55670	30380	33025	23254	36540	23880	34225	27565	302494

A la actividad de mantenimiento correctivo en la flota de camiones North Benz en ServiCar durante el año 2016 se destinó un total de 302.494 minutos ó 5.041,57 horas en total.

Se puede observar también que el mes con un mayor tiempo en taller por concepto de roturas eventuales fue mayo con 55.670 minutos (927,83 horas) en taller.

Los equipos con mayores afectaciones fueron el 4264 y el 4267 con 20.455 minutos (340,92 horas) y 20.905 minutos (348,42 horas) respectivamente.

A continuación se exponen los valores de tiempo en taller por meses y equipos del mantenimiento correctivo de la flota de camiones North Benz en el año 2017 (ver tabla 2.6). En esta tabla se aprecia un incremento del tiempo en taller hasta 372.808 minutos (6213,47 horas), siendo los meses de febrero y mayo los de mayor afectaciones con tiempos de 62553 minutos (1.042,55 horas) y 50.810 minutos (846,83 horas) respectivamente. El equipo 4231 fue el de mayor tiempo en reparación con 43.388 minutos (723,13 horas).

Tabla 2.6. Tiempo (en minutos) por meses y vehículos del mantenimiento correctivo en ServiCar durante el año 2017. Fuente: el autor.

No. Equi-po	Meses												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
4227	960	50	1495	180	120	120	130	135	85	510			3785
4228	1045	720	1110	2970	1380	3030	180	2940		3570			16945
4229	2635		1125	3690	260	480	220	1155	460	845			10870
4230	60	1020			180	740	970	1050	1125	600			5745
4231		40458	480	300	1640		60		270	180			43388
4232	2700	510	1540	680	2285	720							8435
4234	690	300	600					20	1740	720			4070
4235			900	960	1440	1170	420	145					5035
4236	2750	480	300	130	455	810		1170	330	1580	150		8155
4237	1310	1140	600	160	6210		650	380	180	545	210		11385
4238	650	5100	390	2640	150	1800		1760	1110	135	1740		15475
4239	3480	240		2040	2085	1650	1770	750	180	600			12795
4242	240	800	780	480	540	1350	3480	240	645	900	580		10035
4243	40	60	720	1470	13305	1320	2550		1890	1500	1620		24475
4244	4400	60	825	705	1110	210	960			540	780		9590
4245		2940	480	140	690	120	120	410	265	190	550		5905
4246	1440	1770	2370	1330	180	2100	720	2130		2050	1320		15410
4247	1800		1320	1300	2430	70	300	400	420	195	180		8415
4248	4560	1405		1320	120	870	330	1400	2580	690			13275
4249	720	1200	4020		1200		1230	325		1440	180		10315
4250			1800	2080	840	660	1740	2820		290	730		10960
4252			35	480	300	920	1140			910	920		4705
4254			210	480	1260		2700	1800	1415	1140	960		9965
4255	910			2130	30	60	420	840		2055		170	6615
4259	780	2160	1020	1080	790	2255	150	2820	3450	870	780	120	16275
4260	240		4380						180	1560	60	450	6870
4261			420	2550	4200	720	1670	2610	20	330	3900	420	16840
4262	510	415	450	450		150	360		240	425			3000
4263	900	570	720	1790			420						4400
4264	2520	310	3660	3000	2700	540	4860	1140	1650	1260			21640
4265													
4267	4530	360	1650	300	3560	900	1620	1610	3960	120	1170		19780
4268	1220	485	600	540	1350	870	1545	665	460	40	480		8255
Total	41090	62553	34000	35375	50810	23635	30715	28715	22655	25790	16310	1160	372808

2.3.3. Comportamiento del mantenimiento preventivo planificado.

Debido a los perjuicios que trae consigo el mantenimiento correctivo y con el objetivo de disminuir la probabilidad de incidencia de fallos se aplican también mantenimientos preventivos a la flota, para los cuales se hace necesarios la planificación según la distancia a recorrer, reflejándose en la documentación técnica el tiempo invertido en éste, como se muestra en la siguiente tabla para el año 2016 (ver tabla 2.7).

Tabla 2.7. Tiempo (en minutos) por meses y vehículos del MPP en ServiCar durante el año 2016. Fuente: el autor.

No. Equipo	Meses									Total
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
4227	95		475		225	100	140	115	60	1210
4228	155	100	225	130	120	100		125		955
4229							1087	90	120	1297
4230	110		120				240	120	130	720
4231	90	140	60	250	140	150	121	190	60	1201
4232	140	190	280	385	85	200	60	110		1450
4234	135	100		140				60	110	545
4235	97	225				205	201	110	120	958
4236				640	285	195	120	100	170	1510
4237			75	240	220	80	210	120	240	1185
4238	140	80	370			120	100			810
4239		100	215	135				120	210	780
4242							100	260	95	455
4243		140						211	95	446
4244	190	265	155	395	345		80	247	145	1822
4245		195	195	370	85	180	190	140	255	1610
4246	115	100	600	75	400	80		90	170	1630
4247	173	100	310	280	140	220	120	130		1473
4248	100	170			140	185	130	120	60	905
4249	156	100	375	135	140	210	120	730	75	2041
4250										
4252	203	225	360	550	140	190	135	210	120	2133
4254				645	860	145	90	120	90	1950
4255	95	60	235	325	90	67	300	120	85	1377
4259	135		120	325		100	120	90	120	1010
4260	668	100	520	160		220	202	120	205	2195

Tabla 2.7. Tiempo (en minutos) por meses y vehículos del MPP en ServiCar durante el año 2016 (continuación).

No. Equipo	Meses									Total	
	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
4261	255										255
4262	400		235	275	140	100	120	77	130		1477
4263	1060				230	100	120	120	740		2370
4264	155	60			140	100	120	60			635
4265	60										60
4267	265			140	140	80	124	120			869
4268		240	155	160	230	140	180		110		1215
Total	4992	2690	5080	5755	4295	3267	4530	4225	3715		38549

En la tabla 2.8 se agruparon los tiempos en taller por concepto de mantenimiento preventivo planificado, con un tiempo total empleado de 38.549 minutos (642,48 horas), siendo el tractivo 4263 el más tiempo recibió de este servicio con 2.370 minutos (39,5 horas).

Tabla 2.8. Tiempo (en minutos) por meses y vehículos del MPP en ServiCar durante el año 2017. Fuente: el autor.

No. de Equipo	Meses												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
4227	100	265	240	160	720	265	240	120	260	240			2610
4228	175	100	615	100	160	60		140	100				1450
4229	125		160		140			160		140			725
4230	165	100			140	240		100	90	280			1115
4231	160		60	140	100	100	220	100	310	230			1420
4232	100	240	160	100	130	210							940
4234	100								150				250
4235			180		260	140	260	100					940
4236	95	145	100	160	240	100		265	150	100	140		1495
4237	70	140	207	120	240		160	320	300	600	100		2257
4238	155		100	120	110	160		105		310			1060
4239	100	170	100	140	100	160	100	120	100	1900			2990
4242	195	160	240	380	160	260	110	335	240	580	140		2800
4243		270	140	100	160	100	140	220	105	240			1475
4244	95	155	100	240	160	200				260	240		1450
4245	98	265	140	100	260	140	100	160	240	100	160		1763

Tabla 2.8. Tiempo (en minutos) por meses y vehículos del MPP en ServiCar durante el año 2017 (continuación).

No. de Equipo	Meses												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
4246	80		100	490	100	100	120				160		1150
4247		260	150	100		460	140		160	240			1510
4248	120	248	100	235	140	100	160	240		2180	100		3623
4249	138	260	100	140		260	100		240	160	100		1498
4250				100	140	260	100			140			740
4252		140	160	240	590	330	280	400	100	240	260		2740
4254	95	480	160	100	100	260		130	140	280	100	120	1965
4255	80	165		100	140	343	100	140		100	160	100	1428
4259	95		140	100	160	100	100	120		140	220	80	1255
4260	250	103	140					100	260	143	260	240	1496
4261					140	100	160		140	140	100	160	940
4262	630	100	240	160	100	240	160	240	100				1970
4263	155	100	140	360		240					100		1095
4264	135		100			140			100				475
4265													
4267	155	100		140		100	160	100			140		895
4268	110	108	2240		240	105		280	140	100	110		3433
Total	3776	4074	6312	4125	4930	5273	2910	3995	3425	8843	2590	700	50953

Durante el año 2017 las tareas de mantenimiento preventivo ocuparon un tiempo total de 50.953 minutos (849,22 horas). Los meses de mayor incidencia en estas labores fueron marzo con 6.312 minutos (105,2 horas) y octubre con 8.843 minutos en (147,38 horas). Además los vehículos más incidentes son: el 4268 con 3.433 minutos (57.21 horas) y el 4248 con 3.623 minutos (60,38 horas) en ese año.

2.3.4. Evaluación de los principales fallos por sistemas.

Sobre la base de la información precedente del mantenimiento correctivo, se agruparon por sistemas de las máquinas automotrices, aplicándose la técnica de Pareto, que se muestra en la tabla 2.9. Las clases de importancia de Pareto se establecieron para los 9 sistemas de los camiones, de la siguiente forma: Clase A (más importantes) a los 4 primeros totalizando el 73,25 %, del porcentaje acumulado; Clase B (importancia intermedia) se le asignó hasta el 93,56 % aproximadamente; y Clase C (Menos importante) al resto.

Tabla 2.9. Incidencias de fallos por sistemas. Fuente: el autor.

Sistemas:	No. de fallos:	Acumulado de fallos:	% de No. de fallos:	% Acumulado:	Clases de importancia:
Motor	491	491	24,318	24,318	A
Transmisión	368	859	18,226	42,545	A
Eléctrico	349	1208	17,285	59,831	A
Rodaje	271	1479	13,422	73,254	A
Frenos	245	1724	12,134	85,388	B
Carrocería	165	1889	8,172	93,561	B
Dirección	79	1968	3,912	97,473	C
Suspensión	29	1997	1,436	98,910	C
Otros	22	2019	1,089	100	C
Totales	2019		100		

Se determinó que la mayor incidencia de fallos lo presenta el sistema motor de combustión interna. Este sistema aportó 491 de las 2019 fallas totales, lo cual hace que sea el más crítico (ver la figura 2.3).

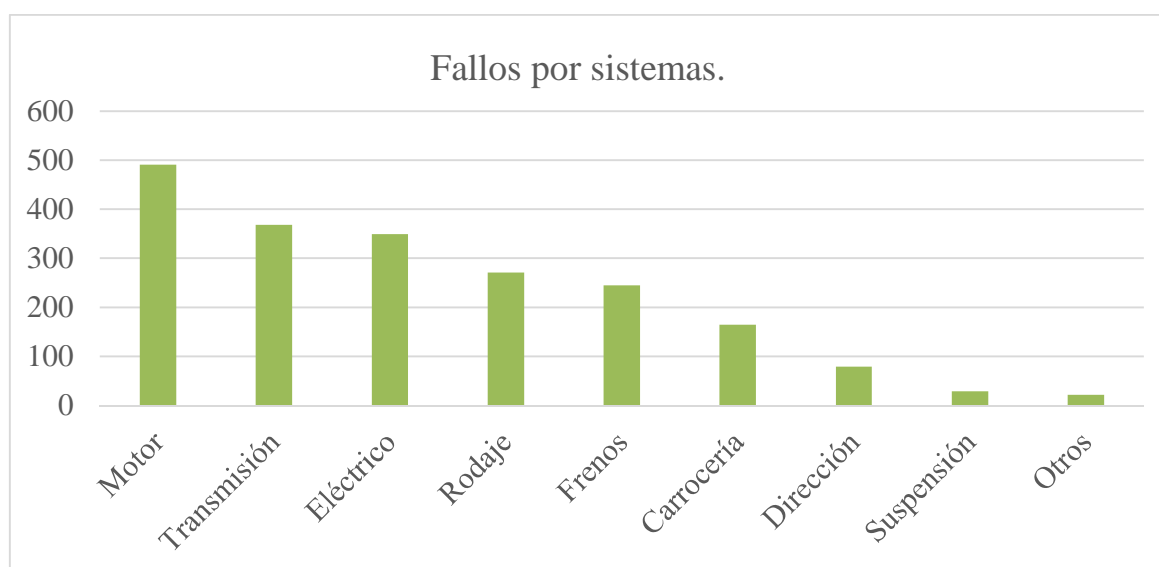


Figura 2.3. Gráfico incidencia de fallos por sistemas. Fuente: el autor.

En el gráfico 2.4 se muestran en orden descendente los sistemas que más fallan en la flota de camiones North Benz, impactando de manera negativa el sistema de motor debido a la gran cantidad de agregados que este posee y presentan fallos reiterativos.

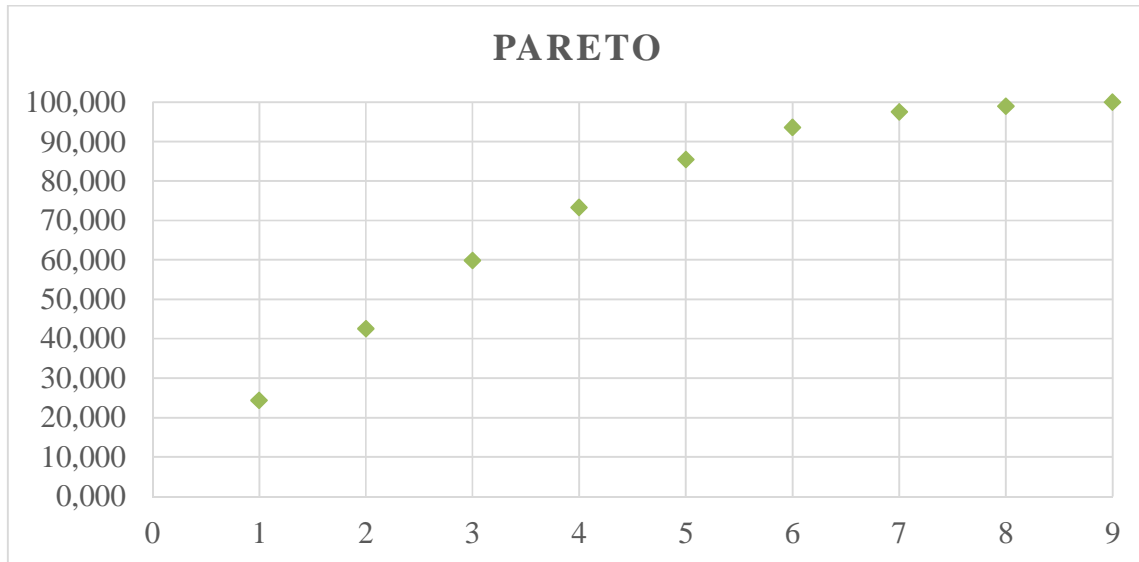


Figura 2.4. Gráfico de Pareto. Fuente: el autor.

2.4. Evaluación de los principales índices de explotación de los camiones North Benz en el año 2017.

Se realizó a través de los siguientes indicadores:

1. Coeficiente de disponibilidad técnica.

El coeficiente de disponibilidad técnica consiste en la cantidad de vehículos que se encuentran en correcto estado técnico, estando disponibles para realizar las actividades de servicio cuando se requieran. Una forma de determinar este coeficiente, es empleando la cantidad de vehículos-horas trabajando y los vehículos-horas en explotación (ver la tabla 2.10):

$$CDT = \frac{VHt}{VHex} \quad (2.1)$$

Donde:

VHt: Vehículos-hora trabajando.

VHex: Vehículos-hora en explotación.

Su promedio en el año 2017 es de 71,97 %.

Tabla 2.10. Comportamiento mensual del CDT de los equipos North Benz en el período.
Fuente: el autor.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
69,70	63,64	66,70	69,7	76,44	75,48	69,51	69,60	66,37	74,73	70,34	64,39

En la figura 2.5 se muestra gráficamente el comportamiento mensual del CDT para el 2017.

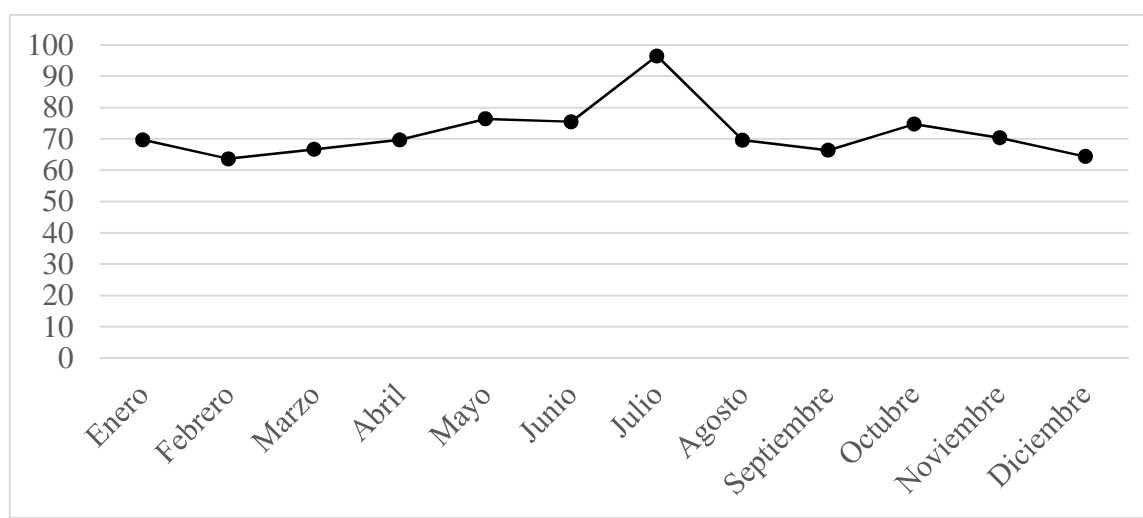


Figura 2.5. Gráfico de comportamiento de CDT en el año 2017. Fuente: El autor.

Haciendo uso de este índice se determinó un CDT para la UEB de 71,97 % en este periodo. El mismo se evalúa de bien dado que se contaba con una planificación del 70 %, pues se considera un plan de 70 % como aceptable, de (69 a 55) % de mal y de 40 % hacia abajo se dice que no tiene condiciones para trabajar; aunque esos valores se consideran relajados [WIDMAN International, 2012]¹⁰².

2. Coeficiente de aprovechamiento de la capacidad estática del vehículo.

Este coeficiente expresa el porcentaje de aprovechamiento debido a la correcta gestión de la carga en el equipo automotriz, este índice resulta de gran importancia debido a la necesidad de configurar la transportación de la forma más adecuada para optimizar la capacidad de carga del vehículo evitando así trabajo no productivo. La forma de determinar este coeficiente es mediante la relación entre la carga real transportada (233.507,08 t) y la carga posible por las características de diseño del equipo (265.824,21 t). Referirse a la expresión (2.2).

$$\phi_{\text{est}} = \frac{Q_{\text{real}}}{Q_{\text{pos}}} \quad (2.2)$$

Donde:

Q_{real} : carga real transportada (t).

Q_{pos} : carga posible por las características de diseño del equipo (t).

El comportamiento de este coeficiente en la flota North Benz se ha manifestado de manera favorable con un aprovechamiento de la capacidad estática total de 87,84 % para el 2017.

3. Coeficiente de aprovechamiento de la capacidad dinámica del vehículo.

El comportamiento de este índice depende de la efectividad de los medios de transporte utilizados, es decir que si se tiene un elevado coeficiente de aprovechamiento de la capacidad estática del equipo, se tiene una garantía de que el aprovechamiento de la capacidad dinámica del equipo se comporte de manera similar, debido a que este se determina mediante la relación entre los tráficos real (16.148.596,80 t · km) y el posible a realizar (18.249.008,40 t · km). Referirse a la expresión (2.3).

$$\phi_{\text{din}} = \frac{P_{\text{real}}}{P_{\text{pos}}} \quad (2.3)$$

Donde:

P_{real} : tráfico real (t · km).

P_{pos} : tráfico posible (t · km).

Como resultado de esta relación, el coeficiente de aprovechamiento de la capacidad dinámica arroja un resultado de 88,49 % siendo éste, de manera general, un resultado favorable pero perfectible a la hora de gestionar la distribución de la carga.

4. Distancia media real a que se transporta una tonelada de carga km / t (ℓ).

La distancia media real a que se transporta una tonelada de carga es la relación entre el tráfico real y la carga real transportada. Referirse a la expresión (2.4).

$$\ell = \frac{P_{\text{real}}}{Q_{\text{real}}} \quad (2.4)$$

Los camiones North Benz de la UEB ServiCar Holguín invistieron la capacidad media de transportar una tonelada de carga hasta los 69,2 km; estando dicho parámetro dentro de valores admisibles para la unidad.

5. Distancia media de un viaje con carga en km (l_m).

Este indicador se obtiene mediante la relación del recorrido con carga del equipo y el número de viajes durante un período determinado, como se muestra en la siguiente expresión. Referirse a la expresión (2.5).

$$l_m = \frac{l_c}{nc} \quad (2.5)$$

Donde:

l_c : recorrido del vehículo con carga (km).

nc : número de viajes en un período determinado.

Durante el periodo analizado, el recorrido con carga de la flota de camiones North Benz fue de 552.515,99 km, para una cantidad de 8057 viajes totales, por lo tanto, obteniéndose como resultado para este índice un valor de 68,58 km.

6. Número de viajes con carga.

Este índice busca expresar la efectividad con la que se gestiona la flota, siendo este un factor de gran importancia al encontrarse estrechamente vinculado a la optimización de la capacidad del recorrido en cada viaje efectuado por los equipos. Este se puede determinar mediante la relación entre el tiempo de trabajo en el período y el tiempo medio de un viaje. Referirse a la expresión (2.6).

$$nc = \frac{T_{tr}}{T_{dv}} \quad (2.6)$$

Donde:

T_{tr} : tiempo de trabajo en el período y

T_{dv} : tiempo medio de un viaje

El tiempo de trabajo en el periodo alcanzó las 26.706,14 h y el tiempo medio de un viaje fue de 2,25 h. Obteniéndose así mediante la expresión un total de 11.869 viajes realizados por la flota North Benz.

7. Recorrido total del equipo en km (*lt*).

Es la suma del recorrido con carga, sin carga y el recorrido cero, que es el recorrido desde la base hasta el punto de carga (ver ecuación 2.7).

$$I_t = I_c + I_{sc} + I_o \quad (2.7)$$

En la empresa este indicador se determina mediante el sistema de posicionamiento global, el cual es capaz de definir el recorrido total del equipo diariamente por cada vehículo. En este caso la fórmula que se utiliza es la sumatoria de todos los recorridos diarios de los camiones. El resultado de este indicador para el periodo es de 975.621,01 km.

8. Tráfico producido.

El tráfico producido es la productividad del transporte que evalúa la cantidad de carga en toneladas que se transporta por cada kilómetro que se recorre. Su incremento se logra aprovechando la capacidad de carga del vehículo, pues por lo general las rutas son invariables. Su determinación se realiza mediante la multiplicación de la carga real transportada y la distancia a que fue transportada. El tráfico de los camiones North Benz en el período fue de 19.198.564,79 t · km. Referirse a la expresión (2.8) para el cálculo a partir de la tabla 2.11.

$$P = Q * I_c \quad (2.8)$$

Tabla 2.11. Tráfico producido.

Fuente: el autor.

Meses:	Tráfico:
Enero	1 133 469,906
Febrero	1 326 901,769
Marzo	1 687 842,528
Abril	1 491 136,623
Mayo	1 861 828,054
Junio	1 835 316,001
Julio	1 442 030,071
Agosto	1 842 091,179
Septiembre	1 313 405,561
Octubre	1 774 438,173
Noviembre	1 694 479,951
Diciembre	1 795 624,979

9. Coeficiente de aprovechamiento del recorrido.

Este indicador caracteriza de qué modo y con qué productividad se está aprovechando el recorrido. Se puede determinar mediante la división del recorrido con carga y el recorrido total. Referirse a la expresión (2.9).

$$\beta = \frac{\ell_c}{\ell_t} \quad (2.9)$$

El parque de camiones North Benz, durante las acciones de transportación de carga recorrió 975.621,01 kilómetros, de ellos 552.515,99 km con carga. Aplicando la anterior expresión, tenemos un valor de aprovechamiento del recorrido de 0,57.

10. Índice de rotura en tránsito.

Este indicador caracteriza la fiabilidad de los camiones, ya que da a conocer la frecuencia de las roturas imprevistas de éstos durante su explotación, y se determina por la relación de la cantidad de roturas ocurridas entre los miles de km recorridos. Referirse a la expresión (2.10).

$$Irt = \frac{Nrt}{lt} \quad (2.10)$$

La flota presenta en este año un índice de rotura en tránsito de 0,674442 roturas / 1 000 km, siendo aceptable para una empresa que se dedica a prestar servicios de transporte de carga.

11. Índice de consumo de combustible.

Este parámetro es importante para la empresa, ya que caracteriza la economía de consumo de la máquina automotriz. Define el uso del combustible en función del recorrido total de los equipos. En este caso la flota de camiones North Benz consumió un total de 465.977,06 litros de Diesel con un recorrido acumulado de 975.621,01 kilómetros dando como resultado que dicho índice es de 2,09 km / L. Referirse a la expresión (2.11).

$$Cc = \frac{Kil.Totales}{Comb} \quad (2.11)$$

12. Eficiencia energética de las transportaciones.

Este indicador es uno de los más importantes a evaluar. Desde un punto de vista productivo define el rendimiento del combustible en función de la producción (L / t . km). Los 33

camiones chinos North Benz consumieron 465.977,06 litros de Diesel y la productividad fue de 19.198.564,80 t · km. Referirse a la expresión (2.12) sobre la tabla 2.12. De forma gráfica consultar la figura 2.6.

$$E_f = \frac{C_c}{P} \quad (2.12)$$

Tabla 2.12. Eficiencia energética mensual de las transportaciones (. 10⁻²), año 2017. Fuente: el autor.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2,63	2,52	2,39	2,45	2,42	2,32	2,49	2,51	2,44	2,54	2,42	2,13

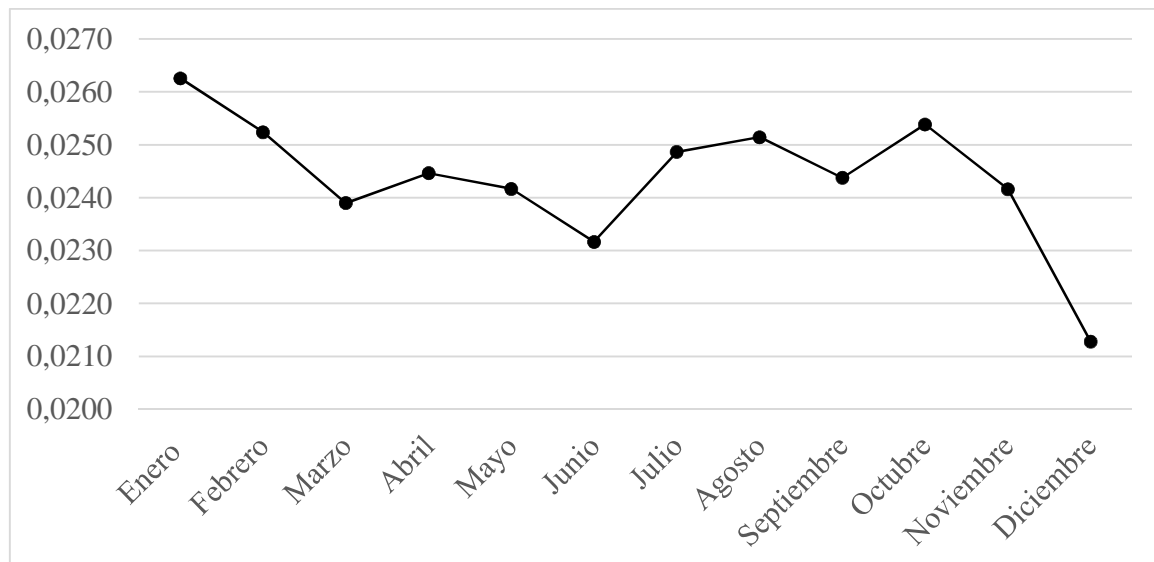


Figura 2.6. Comportamiento de la eficiencia energética en el año 2017. Fuente: el autor.

Durante este periodo de prueba la eficiencia energética fue de 0,0243 L / t. km siendo éste un resultado aceptable para el servicio de las transportaciones generales de carga.

2.5. Conclusiones del capítulo.

1. En el período, de manera general el CDT se comportó de manera favorable para la unidad, mostrando un promedio del 71,97 %. También lo hizo el coeficiente de aprovechamiento de la capacidad estática y dinámica, con 87,84 % y 88, 49% respectivamente. El número de

viajes con carga, el índice de consumo de combustible y la eficiencia energética en las transportaciones, obtuvieron también un buen desempeño en el período.

2. De forma regular se comportaron indicadores como la distancia media real a la que se transporta una tonelada de carga debido a que muestra un valor inferior al de investigaciones pasadas [Diaz, 2015], la distancia media de viajes con carga fue de 68,58 km en el 2017, siendo en el año 2014 de 97,44 km. El coeficiente de aprovechamiento del recorrido también disminuyó en el período con respecto a investigaciones anteriores mostrándose en un 0,57. Aumentó además el índice de rotura en tránsito siendo para 2014, de 0,41262 roturas/1000 km, y en el período de evaluación de 0,674442 roturas/1000 km.
3. De forma negativa cabe destacar que la gran disparidad entre los tiempos en taller por mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo planificado dejan un margen de incertidumbre respecto a la efectividad del sistema de mantenimiento aplicado a la flota.

CONCLUSIONES.

1. Se realizó una caracterización del equipo tractivo en conexión con las relaciones dinámicas de su entorno operacional.
2. Se evaluó el sistema de mantenimiento aplicado en la UEB, determinándose una disparidad entre los tiempos de mantenimiento correctivo y preventivo planificado, durante el período.
3. Se jerarquizaron por sistemas los principales fallos que presentan estas máquinas tractivas, determinándose como sistema crítico el motor, al presentar una gran cantidad de entradas a taller debido entre otros a los reiterativos recambios de sus agregados.
4. Se evaluó los principales indicadores de explotación, obteniendo resultados aceptables de su gestión, teniendo en cuenta las limitaciones de la unidad y el tiempo de explotación de los camiones North Benz.

RECOMENDACIONES.

1. Mejorar la gestión de piezas de repuesto en pos de que los tractivos permanezcan menor cantidad de tiempo en taller.
2. Evaluar la factibilidad de ofrecer una reparación general a la flota, debido a que se encuentran en el límite de su vida útil y así restablecer su capacidad operativa
3. Brindar cursos de conducción eficiente a los conductores.
4. Trabajar en perfeccionar los indicadores de explotación, enfatizando en la importancia de una correcta gestión de flota.
5. Evaluar la factibilidad de introducir elementos de mejora aerodinámica, que permita mejorar la eficiencia energética.

BIBLIOGRAFÍA

- ¹ Kuberczyk, R., Berner, H. J. y Bargende, M. Differences in efficiency between SI engine and diesel engine. MTZ World. 2 p. 2009.
- ² Nozawa, Tetsuo. Tokai University unveils 100 W DC motor with 96 percent efficiency. Nikkei Electronics. Descargado de: http://www.techon.nikkeibp.co.jp/english/NEWS_EN/20090403/168295.pdf. 2009. Consultado el 3 de marzo de 2018.
- ³ Horta, L. A. Indicadores de políticas públicas en materia de eficiencia energética en América Latina y el Caribe. CEPAL. 20 p. 2010.
- ⁴ ONU. Informe *Nuestro futuro en común o El informe Brundtland* (en español). Descargado de: <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/42/427.pdf>. 20/3/1987. Consultado el 10 de abril de 2018.
- ⁵ Wandemberg, J. C. Sostenible por diseño. Amazon. Descargado de: <https://www.createspace.com/5685702.pdf>. 120 p. 2015. Consultado el 16 de febrero de 2016.
- ⁶ Ambiente. Descargado de: <http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/DNRNyCB/File/ends.pdf>. 2014. Consultado el 25 de noviembre del 2017.
- ⁷ Álvarez Trillos, José Antonio. Gestión ambiental con tecnología de información. San José de Cúcuta, Colombia. 49 p. 2005.
- ⁸ Carta de la Tierra. Descargado de: <http://www.earthcharterinaction.org/contenido/pages/Lea-la-Carta.html>. Consultado el 13 de enero de 2018.
- ⁹ Carta de la tierra. Valores y principios para un futuro sostenible. Descargado de: <http://www.earthcharterinaction.org/contenido/>. Consultado el 25 de enero de 2018.
- ¹⁰ Working Group. Ecosystems and human well-being. Conceptual framework working group of the Millennium Ecosystem Assessment. Chapter 5, "Dealing with Scale". London: Island Press. 124 p. 2003.
- ¹¹ Garrido, José. Impactos medioambientales y sociales del transporte. GEOGRAPHICALIA, Universidad de Zaragoza. 14 p. 1999.
- ¹² Centro de Transporte Sustentable de México (CTS). El Transporte Sustentable en México, Descargado de:

<http://web.archive.org/web/20071228203345/http://www.ctsmexico.org/acerca01.htm>.

Consultado el 10 de mayo de 2018.

- ¹³ El Pueblo. Exitosa inauguración del Vivebus. Descargado de http://www.elpueblo.com/_photos/Exitosa-inauguracion-del-Vive-Bus. 2013. Consultado el 22 de mayo de 2018.
- ¹⁴ Plataforma urbana. Municipio de Los Condes culmina estudios para optimizar proyecto de tranvía. Descargado de: <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2014/11/01/municipio-de-las-condes-culmina-estudios-para-optimizar-proyecto-de-tranvia/>. 2014. Consultado el 13 de enero de 2018.
- ¹⁵ El cronista. Zanella estudia lanzar su primer auto al mercado y venderlo a \$ 25000. Descargado de: http://www.cronista.com/contenidos/2011/12/05/noticia_0031.html. 2011. Consultado el 10 de abril de 2018.
- ¹⁶ La Nación. Mauricio Macri inauguró el Metrobús Norte, que une Vicente López con Belgrano. Descargado de: <http://www.lanacion.com.ar/1802505-mauricio-macri-metrobus-vicente-lopez>. 2015. Consultado el 25 de febrero de 2018.
- ¹⁷ Mendoza Sánchez, Juan Fernando; Torras Ortiz, Sandra; Flores Puente, Miguel Antonio; Téllez Gutiérrez, Rodolfo y Rascón Chávez, Octavio. El impacto ambiental de ruido generado por el transporte carretero y su valoración hacia un transporte sustentable. Sanfandila. 11 p. 2006.
- ¹⁸ Trentadue, Carlos y Carranza, Hugo. La eficiencia energética en el transporte, un megayacimiento posible. 16 p. 2014.
- ¹⁹ Sagan, Carl. Carl Sagan's Cosmic Connection: An Extraterrestrial Perspective. 2000. 322 p.
- ²⁰ Kaku, Michio. Physics of the future. Nueva York. 227 p. 2011.
- ²¹ CEPAL. Estrategias y herramientas para la eficiencia energética y la sostenibilidad del transporte de carga por carretera. 12 p. 2016.
- ²² Green Freight Asia. Competitive advantage through fuel efficient and more sustainable. Descargado de: http://cleanairinitiative.org/portal/sites/default/files/documents/Freight_Paper-UNCRD_FINAL_Aug2010.pdf. 2010. Consultado el 7 de febrero de 2018.
- ²³ Starway USA. Como desarrollar un programa de transporte ecológico: Una guía y manual de recursos integral. Estados Unidos de América. 37 p.

-
- ²⁴ CEPAL. Situación y perspectivas de la eficiencia energética en América Latina y El Caribe. Descargado de: <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/1/37451/lcw280e.pdf>. 2009. Consultado el 10 de marzo de 2018.
- ²⁵ CEPAL. Eficiencia energética en el transporte de carga por carretera. Boletín FAL. 13 p. 2010.
- ²⁶ Conpet. Descargado de: http://www.conpet.gov.br/esp/proy_transportar.php. s / f. Consultado el 7 de mayo de 2018.
- ²⁷ Conpet. Descargado de: http://www.conpet.gov.br/esp/proy_economizar.php. s / f. Consultado el 7 de mayo de 2018.
- ²⁸ Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD). Descargado de: <http://www.oecd.org.sgrh>. Consultado el 7 de enero de 2018.
- ²⁹ Agencia Internacional de Energía (IEA). Descargado de: <http://www.iea.org>. Consultado el 9 de enero de 2018.
- ³⁰ International Transport Forum (ITF). Descargado de: <http://www.internationaltransportforum.org>. Consultado el 11 de marzo de 2018.
- ³¹ Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE). s / f. Descargado de: http://www.unece.org/trans/main/wp29/presentation_wp29.html. Consultado el 10 de febrero de 2018.
- ³² Organización Internacional de Normalización (ISO). s/f. Descargado de: http://www.iso.org/iso/iso_50001_energy-es.pdf. Consultado el 16 de mayo de 2018.
- ³³ Agencia Internacional de Energía. Pathways to a clean energy system. 2012. Descargado de: http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/etp_executive_sum_spanish_web.pdf. Consultado el 9 de febrero de 2018.
- ³⁴ International Transport Forum (ITF). 2016. Descargado de: <http://www.internationaltransportforum.org>. Consultado el 5 de marzo de 2018.
- ³⁵ Nrcanrncan. s / f. Descargado de: <http://www.nrcanrncan.gc.ca/com/subsuj/tratraeng.php>. Consultado el 12 de mayo de 2018.
- ³⁶ Environmental Protection Agency (EPA). s / f. Descargado de: http://www.epa.gov/climatechange/wycd/tools_transportation.html. Consultado el 25 de abril de 2018.

-
- ³⁷ UNEP. Desarrollo de una Estrategia de Flota Limpia. Descargado de: http://www.unep.org/tntunep/toolkit_esp.pdf. Consultado el 23 de marzo de 2018.
- ³⁸ Maximilian Kreuzer, Fabian y Wilmsmeier, Gordon. Eficiencia energética y movilidad en América Latina y el Caribe. Una hoja de ruta para la sostenibilidad. CEPAL – Colección Documentos de Proyecto. Eficiencia energética y movilidad en América Latina y el Caribe. 305 p. 2014.
- ³⁹ Cubadebate. Transportación de carga, una pieza importante en el proceso económico del país. Descargado de: <http://www.cubadebate.cu>. 2017. Consultado el 15 de abril de 2018
- ⁴⁰ Universidad de Sevilla. Método para la gestión eficiente del combustible en flotas de vehículos con rutas fijas. Aplicación a una empresa de construcción. Capítulo 2. Gestión eficiente de flotas. Sevilla, España. 33 p. 2011.
- ⁴¹ Gonzalo Saporiti, Martín; Aresti Tanco, Matías; Moratorio, Diego y Jurburg, Daniel. Buenas prácticas en eficiencia energética para el transporte de carga carretero. Montevideo, 20 p. 2016.
- ⁴² Demir, E.; Bekta, T. y Laporte, G. A review of recent research on green road freight transportation. 793 p. 2014.
- ⁴³ Zhao, H.; Burke, A. y Miller, M. Analysis of Class 8 truck technologies for their fuel savings and economics. 63 p. 2013.
- ⁴⁴ Steiner, G. Planificación estratégica, lo que todo director debe saber. Editorial CECSA. 13 p. 1998.
- ⁴⁵ Frank, D. y Rocks, W. Exploiting instability: A model for managing organizational change. En: The Olympics of Leadership: overcoming obstacles, balancing skills, taking risks. Proceedings of the Annual International Conference of the National Community College Chair Academy. 82 p. 1996.
- ⁴⁶ Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE). Impacto y análisis de la eficiencia energética de los tracto-camiones Mercedes Benz Actros, Volvo FM y DAF CF. 32 p. 2014.
- ⁴⁷ Instituto Nacional de Normalización (INN). Nch3331: Método de prueba para la determinación del consumo de combustible para vehículos de transporte terrestre. 43 p. 2013.

-
- ⁴⁸ Volvo Trucks. Volvo Camiones Chile. s / f. Descargado de: <http://www.volvocamiones.cl/5-mitos-del-euro-v.pdf>. Consultado el 11 de marzo de 2018.
- ⁴⁹ AChEE. Conducción Eficiente – Aspectos teóricos y prácticos. 17 p. 2014.
- ⁵⁰ MIEM, Transporte Eficiente y Seguro. 47 p. 2014.
- ⁵¹ Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA). Guía para la gestión del combustible en las flotas de transporte por carretera. España. 61p. 2006.
- ⁵² Ground, M. Evaluate the effect on fuel consumption of special oils compared with a range of standard lubricants. 81 p. 2015.
- ⁵³ Jolley, A. Transport Technologies. Melbourne, Australia. 65 p. 2006.
- ⁵⁴ Curry, T.; Liberman, I.; Hoffman-Andrews, L. y Lowell, D. Reducing aerodynamic drag & rolling resistance from heavy-duty trucks: Summary of available technologies. 59 p. 2012.
- ⁵⁵ AChEE. Impacto del diseño de cabina en el consumo de combustible. 27 p. 2012.
- ⁵⁶ Karlsson, M.; Gardhagen, R. y Ekman, P. Aerodynamics of timber trucks - A wind tunnel investigation. 34p. 2015.
- ⁵⁷ Society of Automotive Engineers (SAE). J1321 Fuel Consumption Test Procedure - Type II. 52 p. 2012.
- ⁵⁸ AChEE. Catálogo Tecno - Eficiencia para el Transporte pesado. 44 p. 2016.
- ⁵⁹ NRC. Technologies and approaches to reducing the fuel consumption of medium and heavy - duty vehicles. 89 p. 2010.
- ⁶⁰ Surcel, M.; Michaelsen, J. y Michaelsen, Y. Track - test evaluation of aerodynamic drag reducing measures for Class 8 Tractor-Trailers. *SAE Commer.* 56 p. 2008.
- ⁶¹ Clark y Dodge. A handbook for the rolling resistance of pneumatic tires. 586 p. 1979.
- ⁶² AChEE. Eficiencia energética de neumáticos de baja rodadura. 72. 2013.
- ⁶³ The Goodyear Tire & Rubber Company. Factors affecting truck fuel economy. 171 p. 2008.
- ⁶⁴ Bachman, L.; Erb, A. y Bynum, C. Effect of single wide tires and trailer aerodynamics on fuel economy and NOx emissions of Class 8 Line-Haul Tractor-Trailers. 19 p. 2005.
- ⁶⁵ AChEE. Eficiencia energética de neumáticos de bajo perfil. 74 p. 2013.
- ⁶⁶ INN. Nch3331: Método de prueba para la determinación del consumo de combustible para vehículos de transporte terrestre. 87 p. 2013.
- ⁶⁷ AChEE. Generador de hidrógeno HHO. 72 p. 2014.
- ⁶⁸ Schroeder, R. Operations management. Nueva York: McGraw Hill Book Co. 212 p. 1981.

-
- ⁶⁹ IDAE. Guía para la gestión del combustible en las flotas de transporte por carretera. Madrid. 83 p. 2006.
- ⁷⁰ Volvo Trucks. Volvo Camiones. Chile. 34 p. 2016.
- ⁷¹ AChEE. Guía de introducción a la eficiencia energética en el transporte de carga. 22 p. 2014.
- ⁷² Instituto de Seguridad y Educación Vial (ISEV). Conducción Inteligente – transporte de carga por carretera. 71 p. 2012.
- ⁷³ IDAE. Guía de conducción eficiente para conductores de vehículos industriales. 63 p. 2011.
- ⁷⁴ ITPC, MTOP, BSE y UPM. Manual de conducción profesional. 58 p. 2015.
- ⁷⁵ AChEE. Guía introducción a la eficiencia energética en el transporte de carga. 49 p. 2014.
- ⁷⁶ Tesler, M. Guía de gestión sustentable de flotas de vehículos de transporte de carga por carretera. 57 p. 2015.
- ⁷⁷ CEPAL. Eficiencia energética en el transporte de carga por carretera. vol. 281. 49 p. 2010.
- ⁷⁸ CEPAL. Eficiencia energética en el transporte de carga por carretera. vol. 287. 57 p. 2010.
- ⁷⁹ Silva Martínez, Carlos. Diseño de un sistema de mantenimiento para equipos móviles de transporte de carga terrestre. Universidad Tecnológica de Pereira. Tesis en opción al título de Ingeniero Mecánico. Pereira. 170 p. 2007.
- ⁸⁰ Maldonado, Susano. Conceptos básicos de mantenimiento aplicado a flotas vehiculares. Trabajo de investigación. (CONAE). México, DF. 173 p. 2013.
- ⁸¹ NRC. Reducing the fuel consumption and greenhouse gas emissions of medium and heavy duty vehicles. 44 p. 2014.
- ⁸² Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAAMA). Metodología para eficiencia energética en transporte. España. 7 p. 2015.
- ⁸³ Arriaga, José y Granados Corona, Manuel. Manual para la gestión ambiental en el sector transporte en Andalucía. Dirección General de Prevención y Calidad Ambiental de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. 110 p. 2006.
- ⁸⁴ Litman, Todd. Win-Win. Transportation emission reduction strategies. 21 p. 2017.
- ⁸⁵ CINOI. Encuesta sobre eficiencia energética en el transporte carretero de carga. 18 p. 2016.
- ⁸⁶ Helman, Héctor. Política de hidrocarburos y eficiencia energética, Argentina frente a la experiencia mundial. Buenos Aires. Tesis Doctoral. 347 p. 1987.

-
- ⁸⁷ Heide, Richard. The demand for motor gasoline: A multicountry stock adjustment model. MIT. Estados Unidos de América. 432p. 1979.
- ⁸⁸ Guadagni, A. La revolución energética: el rol de la sustitución del petróleo y la conservación de energía. Desarrollo Económico. No. 95. Octubre – Diciembre. 47 p. 1984.
- ⁸⁹ OCDE. Report fuel efficiency of passenger cars. 34 p. 1984.
- ⁹⁰ Sourrouille, J. Vital. El complejo automotor en Argentina. Instituto Latinoamericano de Estudios Transnacionales. Buenos Aires. 211 p. 1980.
- ⁹¹ Grupo de Gestión de Capital Humano. Comunicación verbal. Dania Sánchez - Directora de capital humano. ServiCar. 2017.
- ⁹² Díaz Zaragoza, Yulier. Tesis presentada en opción al título de ingeniero mecánico. Eficiencia energética de los camiones North Benz en las transportaciones de la canasta básica en la empresa ServiCar Holguín durante el año 2014. 2015. 78p.
- ⁹³ Delor, Thomas. The new rules of driving: How to use momentum instead of fuel to move your car. 11 p. 2008.
- ⁹⁴ Benedict, John T. Section 11 – Transportation. En: Marks' Standard Handbook for Mechanical Engineers. 10th Edition. 135 p. 2003.
- ⁹⁵ López Milán, Esteban y Sanfort Navarro, Julio. “Sistema TRACTIVA Versión 2.1”. La Habana, 2001. (Registro de obra protegida: 07678-7678).
- ⁹⁶ Ortiz Mora, Sergio. Manual de reparaciones para camiones de Beifang. Habana. Ediciones Habana. 352 p. 2007.
- ⁹⁷ Kutz, Myer. Mechanical Engineers' Handbook. Second Edition. Myer Kutz Associates, Inc. Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons Inc. New York. 2293 p. 2003.
- ⁹⁸ Navarrete Pérez, Enrique; Gonzáles Martín, José Raúl. Mantenimiento industrial. En III tomos. Editoriales ENSPES, La Habana, 283 p. 1986.
- ⁹⁹ Luna Lauzerique, Higinio. Centralización de las reparaciones. Materiales del X Fórum Técnico MITRANS. La Habana. 58 p. 1980.
- ¹⁰⁰ Prando, Raúl. Manual de gestión de mantenimiento a la medida. Editorial Piedra Santa, Guatemala. 89 p. 1996.
- ¹⁰¹ Hernández Durán, Osbeidy. Sistema de mantenimiento de los camiones North Benz. Holguín. Servicar Holguín. 2011.
- ¹⁰² WIDMAN Internacional Banner. Mantenimiento de Camiones Pesados. 113p. 2012.