



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**“Diagnóstico Energético en Empresa de  
Autotransporte”**

**TESINA**

Que para obtener el título de

**Especialista en Ahorro y Uso Eficiente de la Energía**

**P R E S E N T A**

Ing. María de los Ángeles Maldonado Susano

**DIRECTOR DE TESINA**

Dr. Eduardo Medina Hernández



**Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2019**





## INDICE GENERAL

|   |    |
|---|----|
| <b>INTRODUCCION</b> .....   | 3  |
| <b>CAPITULO I</b> .....   | 5  |
| <b>SITUACION ACTUAL DEL SECTOR TRANSPORTE EN MEXICO</b> .....                     | 5  |
| 1.1 Consumo Nacional de Energía: Sector Autotransporte .....                      | 5  |
| 1.2 Escenario actual del sector autotransporte de carga en México .....           | 9  |
| 1.3 Emisiones de Gases de efecto invernadero (GEI) del sector .....               | 13 |
| <b>CAPITULO II:</b> .....   | 16 |
| <b>DIAGNOSTICO ENERGETICO EN AUTOTRANSPORTE</b> .....                             | 16 |
| 2.1 ¿Qué es un diagnóstico energético? .....                                      | 16 |
| 2..1.1 ¿Cuáles son los beneficios de realizar un diagnóstico energético? .....    | 16 |
| 2.1.2 Tipos de Diagnóstico Energético .....                                       | 17 |
| 2.2 Metodología del diagnóstico energético en autotransporte .....                | 17 |
| 2.2.1 Descripción de la estructura organizacional de la empresa. ....             | 18 |
| 2.2.2 Descripción de la estructura de la flota vehicular .....                    | 19 |
| 2.2.3 Análisis del Mantenimiento .....  | 21 |
| 2.2.4 Análisis de la operación. ....  | 22 |
| 2.2.5 Investigación de los Sistemas de información. ....                          | 27 |
| <b>CAPITULO III</b> .....   | 28 |
| <b>CASO DE ESTUDIO</b> .....  | 28 |
| 3.1 Presentación de la empresa.....   | 28 |
| 3.2 Análisis de la información y detección de áreas de oportunidad de ahorro..... | 33 |
| 3.2.1 Características del parque vehicular.....                                   | 33 |
| 3.3 Formulación de propuesta técnica con impacto energético .....                 | 49 |
| 3.4 Evaluación económica de la propuesta .....                                    | 74 |
| <b>CAPITULO IV</b> .....  | 76 |
| <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....                                       | 76 |
| <b>BIBLIOGRAFIA</b> .....   | 80 |
| <b>RELACION DE TABLAS Y FIGURAS</b> .....   | 82 |



## INTRODUCCION

En México, el sector autotransporte de carga es una industria que genera desarrollo económico, atrae inversión, impulsa la competitividad, fomenta el empleo y el bienestar social; del total de la carga que se mueve en el país, el 56 por ciento lo hace por autotransporte de carga, actividad que se mantiene en constante crecimiento.

Esta industria es estratégica en el desarrollo económico y comercial del país, ya que aporta el 3% del Producto Interno Bruto, genera 2.3 millones de empleos formales y además está integrada por una flota de 920 mil 500 unidades. Es importante destacar que entre 2012 y 2017 su parque vehicular se ha incrementado en un 28 por ciento.

Las empresas de autotransporte de carga, al igual que cualquier otra empresa, tienen como objetivo la obtención de utilidades suficientes que les permitan solventar los gastos de operación, así como, recuperar la inversión realizada en edificios, mobiliario, vehículos, talleres, equipo e instrumentación, asegurando su crecimiento, y permanencia en el mercado en condiciones competitivas.

Dado lo anterior, requieren contar con personal eficiente, instalaciones y parque vehicular adecuados a los diferentes mercados en los que operan, con la finalidad de reducir sus costos de operación y ofrecer a sus clientes las mejores opciones de servicio.

Son pocas las empresas en este ramo, que desde el inicio de sus operaciones tienen una organización bien establecida, en su mayoría se fueron creando conforme la demanda de los servicios de transporte iba creciendo, teniendo que improvisar sus sistemas de operación.

Por lo que para lograr sus objetivos de crecimiento es necesario que tengan un balance positivo entre sus costos de operación y los ingresos que logran con la prestación de sus servicios

En los últimos diez años el autotransporte de carga en México ha representado más del 90% del total de consumo de combustible de todas las formas de transporte, de acuerdo a la información contenida en el Balance Nacional de Energía, siendo el diésel el mayor combustible consumido por el sector, ya que constituye el 26% del total de las necesidades de combustible en el sector transporte.

Al ser el combustible, el insumo principal para la operación de las empresas de autotransporte de carga, este representa su principal costo de operación, por lo que, resulta de vital importancia el uso eficiente del consumo de este energético, como uno de los medios para la disminución de sus costos y obtención de utilidades.

El consumo de combustible se ve afectado de manera importante por la logística de operación, el mantenimiento de los vehículos y por las prácticas y costumbres de conducción de los conductores.

Dado lo anterior, toda empresa de autotransporte desea utilizar de manera más eficiente el combustible empleado en sus unidades



Una de las medidas que más impacto han tenido en las empresas y organismos de transporte es la capacitación de los operadores en conducción técnico-económica, como ejemplo, se puede mencionar, como experiencia internacional el PIEM (Programa de Integración Energética Mesoamericana) creado por Colombia, República Dominicana y México, en un principio.

Posteriormente se integraron Costa Rica, Belice, Guatemala, República del Salvador y Honduras. En este programa se realizaron dos cursos en Costa Rica, uno en Guatemala y otro en México, logrando ahorros del 25 al 35% de combustible.

En México la SEMARNAT a través de su programa “Transporte Limpio” ha impulsado la conducción técnico-económica en las empresas privadas con flota vehicular, entre ellas, Grupo Bimbo y FEMSA (Coca-Cola).

La Secretaría de Energía a través de la CONUEE (Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía) ha promocionado desde 1994 la conducción técnico-económica tanto en empresas privadas como públicas, un ejemplo de ello es el programa realizado con CANAPAT (Cámara Nacional de Autotransporte de Pasaje y Turismo), la cual tiene integrada la capacitación desde 1994.

Invertir en los conductores, creando un programa de capacitación para ellos, es esencial para reducir el consumo.

Los conductores son el elemento más importante para el ahorro de combustible. Enseñar a un conductor cómo puede conducir de un modo más eficiente desde el punto de vista del combustible, hace que los conductores sean más conscientes, y por tanto más seguros, es mejor para el medio ambiente y reduce el desgaste del camión además es sencillo y rentable, y los resultados son instantáneos.

Esto significa que la inversión se recupera, en muchos casos, en menos de doce meses, por eso, hay que invertir en capacitación para los conductores.

El potencial de los conductores eficientes va más allá de la eficiencia en el uso del combustible y la seguridad. También es motivo de orgullo y contribuye a la satisfacción en el desempeño de su trabajo, algo muy importante tanto para la empresa de autotransporte como para el sector en su conjunto.

El objetivo del presente trabajo es, proponer una medida de ahorro de combustible que pueda optimizar la eficiencia del combustible sin que la productividad se vea afectada, que pueda ser implementada de manera rápida y sea de bajo costo para la empresa de autotransporte.

## CAPITULO I

### SITUACION ACTUAL DEL SECTOR TRANSPORTE EN MEXICO

#### 1.1 Consumo Nacional de Energía: Sector Autotransporte

De acuerdo al Balance Nacional de Energía 2017, los sectores en que se desagrega el consumo energético final son: el transporte, que es el sector más intensivo en uso de energía, representando el 44.0%; el industrial, que consumió 35.0%; el residencial, comercial y público con 17.6%; y el agropecuario, con 3.4%.

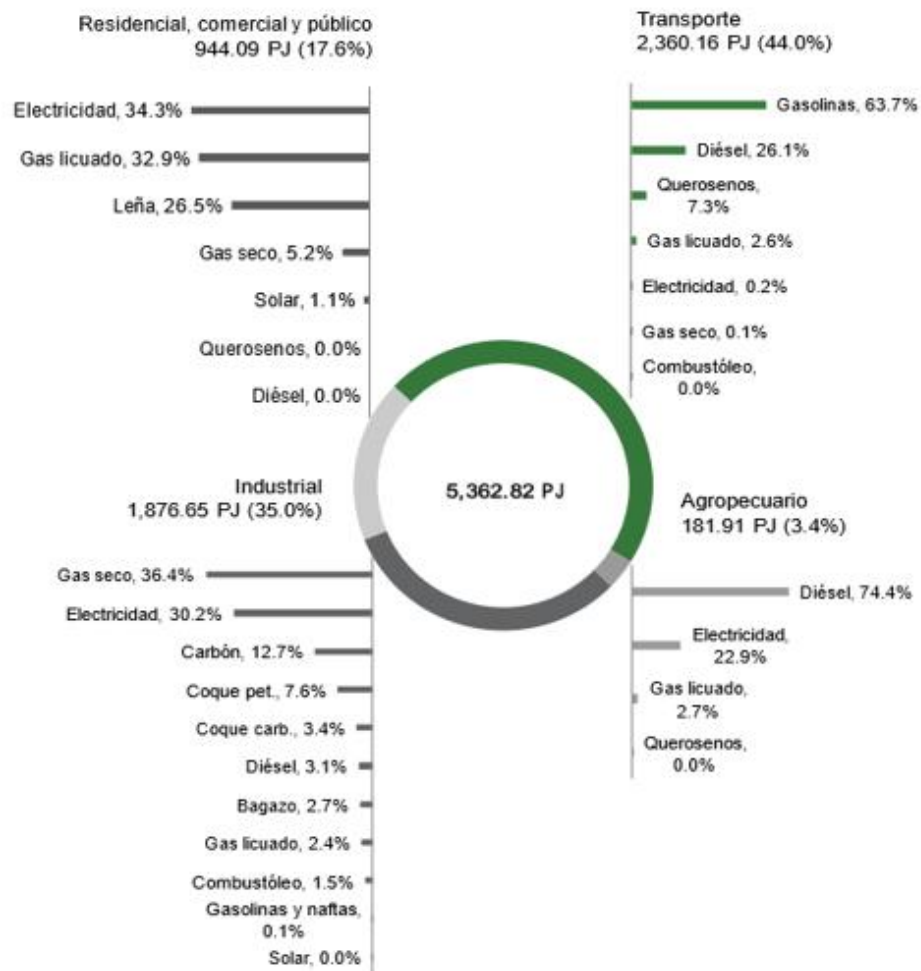


Figura 1.1 Consumo final energético por sector energético 2017

La energía utilizada en el transporte tiene su origen en los hidrocarburos extraídos del subsuelo. Esta energía primaria es llevada a los centros de transformación donde se somete a un proceso de refinación para que el consumidor final pueda hacer uso de ella.



Los tipos de combustibles obtenidos en estos centros, que permiten la operación de los diversos modos de transporte, son: gasolinas, diésel, combustóleo, gas licuado y natural, y querosenos.

Durante 2017, en el rubro de consumo final energético, el sector transporte representó el 44% del consumo, el cual disminuyó 5.0% respecto a 2016, al ubicarse en 2,360.15 PJ, como se muestra en la figura 1.2.

|                       | 2016           | 2017           | Variación<br>porcentual (%)<br>2017/2016 | Estructura<br>porcentual (%)<br>2017 |
|-----------------------|----------------|----------------|--|--------------------------------------|
| <b>Transporte</b>     | <b>2484.94</b> | <b>2360.15</b> | <b>-5.02%</b>                            | <b>100%</b>                          |
| <b>Autotransporte</b> | <b>2252.47</b> | <b>2124.59</b> | <b>-5.68%</b>                            | <b>90.02%</b>                        |
| Total de petrolíferos | 2252.47        | 2124.59        | -5.68%                                   | 100.00%                              |
| Gas Licuado           | 60.68          | 62.41          | 2.85%                                    | 2.94%                                |
| Gasolina y Naftas     | 1615.29        | 1502.39        | -6.99%                                   | 70.71%                               |
| Diésel                | 575.38         | 557.58         | -3.09%                                   | 26.24%                               |
| Gas Seco              | 1.12           | 2.21           | 97.32%                                   | 0.10%                                |
| <b>Aéreo</b>          | <b>165.86</b>  | <b>173.38</b>  | <b>4.53%</b>                             | <b>7.35%</b>                         |
| Total de petrolíferos | 165.86         | 173.38         | 4.53%                                    | 100.00%                              |
| Gasolina y Naftas     | 0.88           | 0.85           | -3.41%                                   | 0.49%                                |
| Querosenos            | 164.98         | 172.53         | 4.58%                                    | 99.51%                               |
| <b>Marítimo</b>       | <b>32.94</b>   | <b>29.13</b>   | <b>-11.57%</b>                           | <b>1.23%</b>                         |
| Total de petrolíferos | 32.94          | 29.13          | -11.57%                                  | 100.00%                              |
| Diésel                | 31.95          | 28.16          | -11.86%                                  | 96.67%                               |
| Combustóleo           | 0.99           | 0.97           | -2.02%                                   | 3.33%                                |
| <b>Ferroviano</b>     | <b>29.75</b>   | <b>29.25</b>   | <b>-1.68%</b>                            | <b>1.24%</b>                         |
| Total de petrolíferos | 29.75          | 29.25          | -1.68%                                   | 100.00%                              |
| Diésel                | 29.57          | 29.17          | -1.35%                                   | 99.73%                               |
| Electricidad          | 0.18           | 0.08           | -55.56%                                  | 0.27%                                |
| <b>Eléctrico</b>      | <b>3.92</b>    | <b>3.8</b>     | <b>-3.06%</b>                            | <b>0.16%</b>                         |
| Electricidad          | 3.92           | 3.8            | -3.06%                                   | 100.00%                              |

**Figura 1.2 Consumo de Energía en el Sector Transporte (Petajoules)**

Por otra parte, el consumo de combustibles en el sector transporte totalizó 2,360.16 PJ en 2017, 5.0% menor que en 2016.

El autotransporte fue el componente más representativo, con 90.0% de participación, por lo que, al disminuir 127.88 PJ impacta fuertemente al consumo de combustibles. Los otros tipos de transporte también presentaron bajas en su consumo, a excepción del aéreo que aumentó 4.5%

Los precios de los combustibles también tuvieron variaciones significativas respecto al año anterior, siendo las gasolinas y el diésel lo que presentaron variaciones de entre 20% y 27% de 2016 a 2017, como se puede observar en la figura 1.3.



|                                       | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | Variación porcentual (%) 2017/2016 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------------------|
| Gasolinas automotrices Frontera Norte |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |                                    |
| Pemex Magna (FN)                      | 4.94 | 4.47 | 5.75 | 6.73 | 7.73 | 8.94 | 10.41 | 8.98  | 11.26 | 12.95 | 15.43 | <b>19.15</b>                       |
| Pemex Premium (FN)                    | 5.56 | 6.43 | 6.77 | 7.46 | 8.10 | 9.08 | 10.56 | 12.60 | 13.19 | 15.32 | 17.34 | <b>13.20</b>                       |
| Resto del país <sup>1</sup>           |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |                                    |
| Pemex Magna (RP)                      | 4.67 | 5.39 | 5.73 | 6.73 | 7.73 | 8.94 | 10.41 | 11.88 | 12.45 | 13.18 | 15.93 | <b>20.81</b>                       |
| Pemex Premium (RP)                    | 5.82 | 6.70 | 7.06 | 7.76 | 8.41 | 9.40 | 10.89 | 12.60 | 13.19 | 13.97 | 17.66 | <b>26.45</b>                       |
| Pemex Diésel                          | 3.95 | 5.13 | 6.02 | 7.00 | 8.01 | 9.24 | 10.72 | 12.45 | 13.02 | 13.80 | 16.85 | <b>22.15</b>                       |
| Turbosina <sup>2</sup>                | 5.84 | 3.77 | 5.81 | 7.39 | 9.71 | 9.85 | 10.55 | 6.75  | 5.99  | 10.24 | 12.41 | <b>21.23</b>                       |
| Combustóleo <sup>3</sup>              | 3.56 | 2.23 | 4.90 | 5.39 | 7.73 | 7.23 | 7.47  | 4.94  | 3.09  | 6.23  | 7.41  | <b>18.95</b>                       |

Figura 1.3 Precio al público de productos refinados 2017

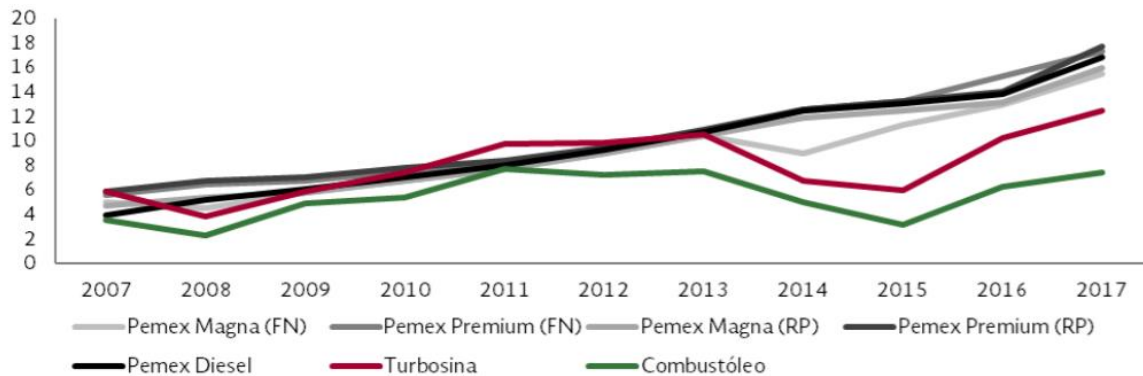


Figura 1.4 Pesos por litro de combustible a precios constantes de 2017

En la figura 1.5 podemos observar el consumo de energía en el sector transporte en los últimos 6 años.

Consumo de energía anual en el sector Transporte (PJ)

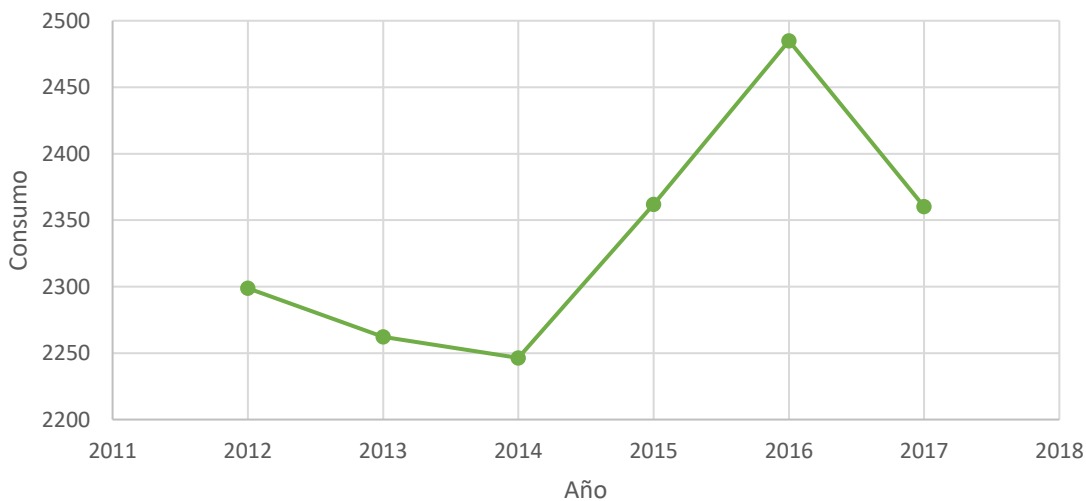


Figura 1.5 Gráfica de consumo de Energía en el Sector Transporte

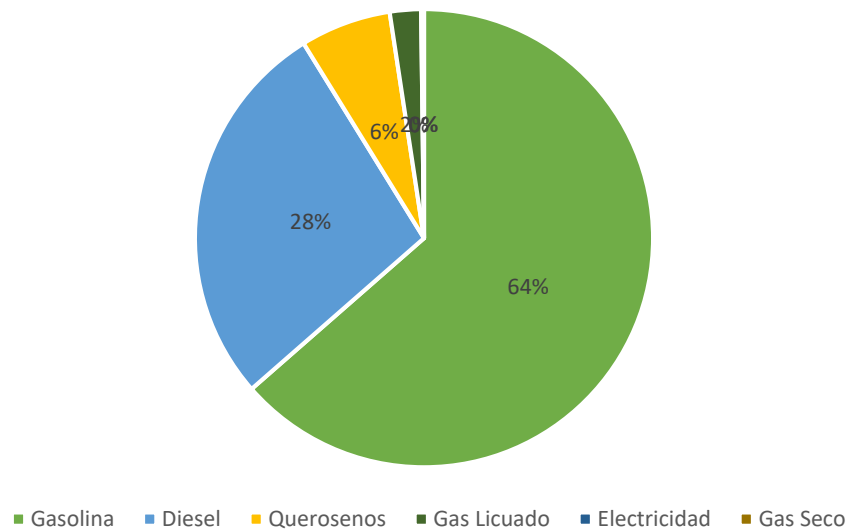
Durante 2013, el consumo de energía en el sector transporte disminuyó 1.6% respecto a 2012 y absorbió 45.8% del consumo energético total, al ubicarse en 2,262.28 PJ. El sector transporte, fue el más intensivo en uso de energía, representando el 44.1%, del consumo.



Durante el 2015, el sector transporte consumió 2,361.7 petajoules para su operación, por lo que registró un incremento del 5.13% respecto al consumo del año anterior. Representó el 46.4% del consumo final total. Esto debido a un importante crecimiento en el consumo de energéticos en sus subsectores.

Las gasolinas y el diésel son los combustibles más utilizados en el sector, debido a que son la principal fuente de energía del autotransporte de pasajeros y carga; su consumo equivale al 91.1% del utilizado en el transporte nacional.

### Consumo de Combustibles 2015



**Figura 1.6 Gráfica de consumo de combustibles 2015**

En este año, el consumo del autotransporte fue de 2,138.2 petajoules, un 4.2% mayor al del año anterior. Las gasolinas aportaron el 70.1% del consumo en este modo, el diésel el 27.4% y el GNL el 2.5% del total.

Como se puede observar en la figura 1.6, los energéticos que tuvieron mayor aportación al sector transporte fueron: las gasolinas con 1,498.6 petajoules, equivalentes al 63.5% de la energía total consumida; el diésel con 652.2 petajoules que representan el 27.6% del total y los querosenos con 151.9 petajoules, que equivalen al 6.4% del total consumido en el sector transporte.

En general, a lo largo del período 1993-2015, aún durante las crisis económicas, se observan incrementos en el uso de la mayoría de los combustibles.

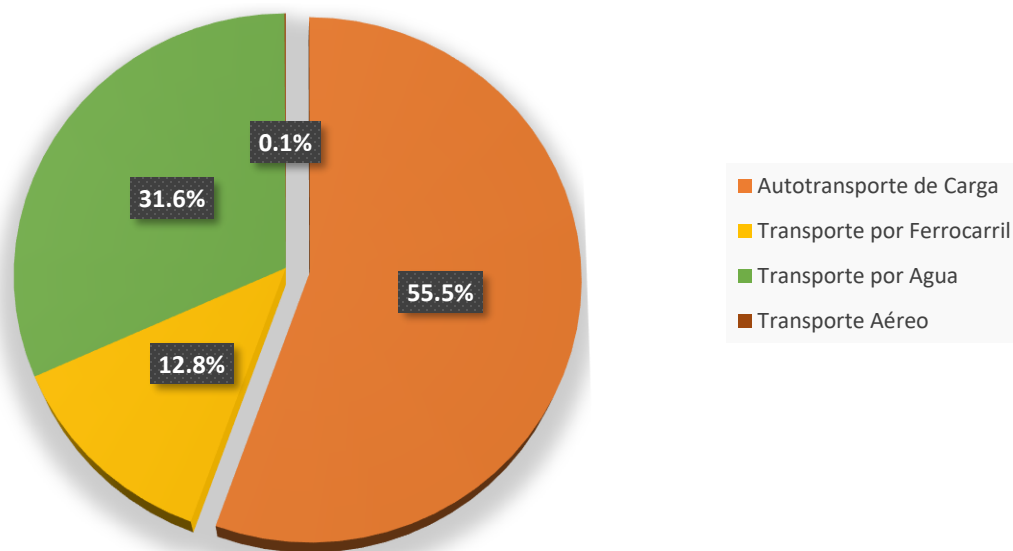
El consumo de gasolinas creció con una tasa del 2.2% promedio anual. El consumo del diésel creció con una tasa del 2.5% anual.

## 1.2 Escenario actual del sector autotransporte de carga en México

En los últimos 20 años, el sector autotransporte de carga se ha mantenido como el principal medio de transporte en México, se ha encargado de transportar más del 50% de la carga que se mueve en el país, dada la gran flexibilidad del servicio de autotransporte para adaptarse a las necesidades de los clientes, y la extensa cobertura alcanzada por la red carretera.

También se considera el de mayor importancia, tanto por el tamaño de esta industria como por la gran variedad de opciones de servicio que ofrece acorde a las necesidades de sus usuarios, además de que juega un papel muy relevante en el desarrollo de la economía en México.

**Movilización de carga de los diferentes modos de transporte  
2018**



**Figura 1.7 Comparativo de movilización de carga**

De acuerdo con el INEGI al cierre del año 2018 el sector autotransporte en México fue el principal medio de transporte, al mover el 56% de la carga nacional, contribuir con el 5.6% del PIB, además obtuvo una participación del 83% dentro del sector transporte, correo y almacenamiento, y registró más de 2 millones de empleos directos.

Al cierre de 2018, el sector autotransporte de carga estaba constituido por un parque vehicular de 496,057(50.5%) unidades motrices y 486,335 (49.5%) unidades de arrastre.

Dentro de las unidades motrices, las unidades que más abundan son los tractocamiones de 3 ejes (T-3) con el 65.1%, seguido de los camiones con 2 ejes (C-2) con el 18.2% y por último los camiones con 3 ejes (C-3) con el 15.9%.



Con base en la clase de servicio que prestan, se obtuvo que el 85.6% corresponde al autotransporte de carga general, mientras que el 14.4% corresponde al autotransporte de carga especializada (materiales peligrosos, automóviles sin rodar, fondos y valores, vehículos voluminosos).

Los modelos de los vehículos que componen el parque vehicular van desde el año 1960, hasta el año 2018, como se puede observar en la figura 1.9.

El 42% de los vehículos tiene una antigüedad de 0-10 años, mientras que el 31% tiene una antigüedad entre 11 y 25 años, el 28% restante tiene una antigüedad de entre 26 y 50 años.

Por lo que se puede deducir que el parque vehicular es relativamente joven, ya que el mayor número de vehículos tienen una antigüedad menor a 10 años.

Flota vehicular del transporte de carga por Año-Modelo

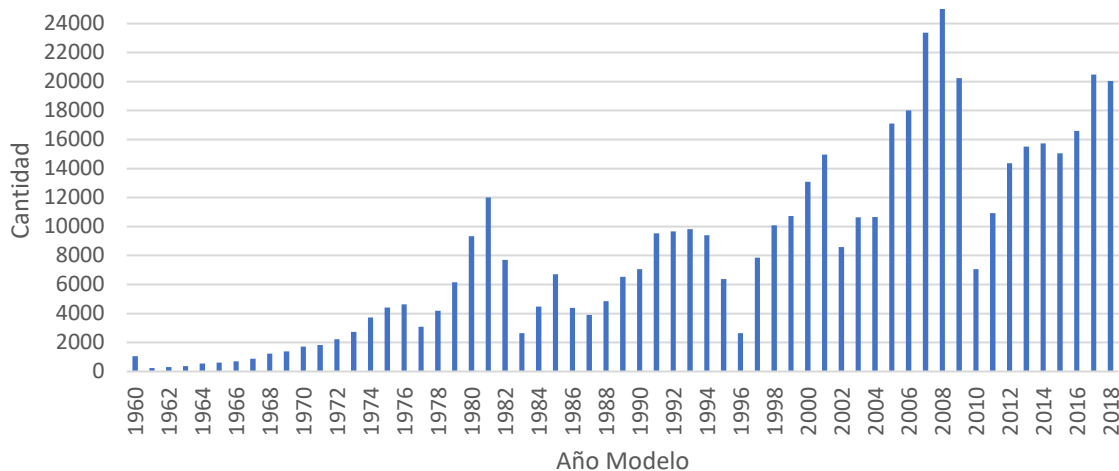


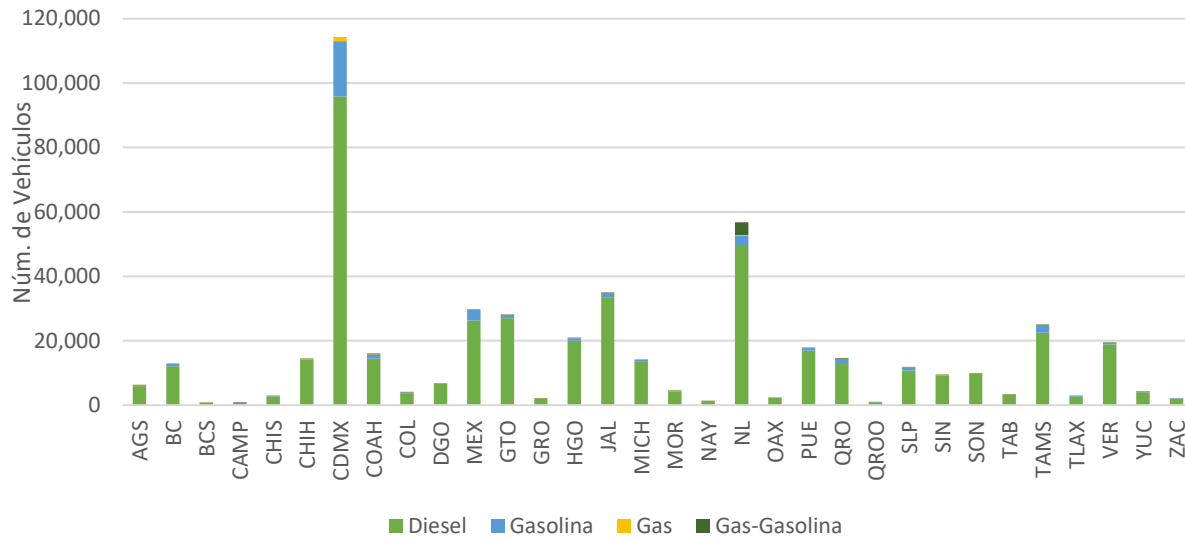
Figura 1.8 Pirámide de edades de la flota vehicular

El combustible más consumido por el autotransporte de carga durante 2018 fue el diésel con 91% de participación, seguido de la gasolina con el 7.6%

Ciudad de México y Nuevo León son las ciudades donde se concentraron las unidades con más alto consumo de combustible diésel y gasolina, como se puede observar en la figura 1.10



### Combustibles utilizados por el Autotransporte de Carga 2018



**Figura 1.9 Tipo de combustible utilizado**

La Ciudad de México y Nuevo León, son los estados donde se ubicaron el mayor número de unidades, sobresaliendo los tractocamiones de 3 ejes.

Es importante mencionar, que al cierre de 2018 se contabilizaron 178,196 empresas de autotransporte de carga, de las cuales 27,374 corresponden a personas morales, mientras que 150,822 a personas físicas, como se muestra en la tabla 1.1.

**Tabla 1.1 Distribución de empresas de autotransporte de carga**

| Clase de Servicio                     | No. de Personas Morales | No. de Personas Físicas | Total          |
|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|
| Autotransporte de Carga General       | 21,582                  | 142,238                 | 163,820        |
| Autotransporte de Carga Especializada | 5,792                   | 8,584                   | 14,376         |
| <b>Total de Empresas</b>              | <b>27,374</b>           | <b>150,822</b>          | <b>178,196</b> |



La estructura empresarial del autotransporte esta dividida en cuatro tipos de empresa, de acuerdo al número de unidades que las componen, como se muestra en la tabla 1.2.

**Tabla 1.2 Tipos de empresas de autotransporte de carga**

| Tipo de Empresa | Estrato en Unidades | Número de Empresas | %          | Número de Vehículos | %          |
|-----------------|---------------------|--------------------|------------|---------------------|------------|
| Hombre Camión   | 1 a 5               | 123,073            | 80.7       | 231,956             | 23.6       |
| Pequeña         | 6 a 30              | 25,189             | 16.5       | 290,265             | 29.6       |
| Mediana         | 31 a 100            | 3,183              | 2.1        | 161,520             | 16.4       |
| Grande          | más de 100          | 1,042              | 0.7        | 299,115             | 30.4       |
| <b>Total</b>    |                     | <b>152,487</b>     | <b>100</b> | <b>982,856</b>      | <b>100</b> |

Se transportaron un total de 260,642,000 miles de toneladas-km, el total de demanda atendida fue de 556,411 miles de toneladas.

La distribución por clase de servicio de la demanda atendida y de la carga transportada por km se muestra en la tabla 1.3.

**Tabla 1.3 Demanda atendida**

| Clase de Vehículo      | Autotransporte de Carga General     |                               | Autotransporte de Carga Especializada |                               |
|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
|                        | Demanda Atendida Toneladas* (Miles) | Tráfico Toneladas-km* (Miles) | Demanda Atendida Toneladas* (Miles)   | Tráfico Toneladas-km* (Miles) |
| C-2                    | 29,935                              | 5,732,615                     | 8,475                                 | 1,632,885                     |
| C-3                    | 68,740                              | 15,368,030                    | 5,775                                 | 1,291,680                     |
| En combinación con T-2 | 3,860                               | 1,463,800                     | 365                                   | 138,145                       |
| En combinación con T-3 | 383,761                             | 205,320,980                   | 55,500                                | 29,693,865                    |
| <b>Total</b>           | <b>486,296</b>                      | <b>227,885,425</b>            | <b>70,115</b>                         | <b>32,756,575</b>             |

\*Cifras Estimadas

Aproximadamente el 78% de la demanda se atendió con autotransporte de carga general considerando tractocamiones de 3 ejes.



### 1.3 Emisiones de Gases de efecto invernadero (GEI) del sector

La importancia de estudiar las emisiones de GEI generadas por el transporte surge de la preocupación mundial por reducir este tipo de emisiones, debido al gran impacto que el calentamiento global, como efecto del cambio climático, está teniendo en el medio ambiente, en los diferentes sectores y para la población.

En México la mayor parte de la carga se transporta por camión, los cuales actualmente son la fuente generadora del mayor número de emisiones contaminantes. Se estima en el país que un tercio de la carga es transporte internacional y el resto es carga doméstica

La operación del transporte de carga provoca efectos negativos en el medio ambiente, y positivos en el sector socioeconómico. Cada tonelada de mercancía transportada genera presión sobre el medio ambiente, por lo que sus efectos pueden ser medidos en función de las toneladas movilizadas. La magnitud del impacto depende de la cantidad de mercancía transportada, del número de vehículos movilizados y las distancias recorridas.

El cambio climático es el resultado de la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI). El conjunto de GEI está integrado por dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), ozono ( $\text{O}_3$ ), vapor de agua y los clorofluorocarbonos (CFC) principalmente.

Las altas concentraciones de GEI en la atmósfera alteran el proceso de la radiación solar, causando efecto en el clima. Las emisiones de GEI provenientes del sector transporte representan una cantidad importante de éstas en los diferentes países y va estrechamente ligado al grado de desarrollo de su economía.

El crecimiento de los vehículos automotores ha traído consigo un aumento considerable en la generación de emisiones y en la tasa de crecimiento de las mismas, ya que su operación requiere, principalmente, el uso de energía fósil en sus diferentes modalidades.

El sector del transporte contribuye con pequeñas cantidades de emisiones de  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$  de la combustión de combustibles y gases refrigerantes del aire acondicionado de los vehículos. Las emisiones de  $\text{CH}_4$  oscilan entre 0.1–0.3% del total de las emisiones de GEI del transporte, las de  $\text{N}_2\text{O}$  entre 2.0 y 2.8%. Mientras que las emisiones de  $\text{CO}_2$  del sector del transporte (6.2 Gt $\text{CO}_2$ -eq en el año 2004) aumentaron aproximadamente un 27% a partir de 1990 y su tasa de crecimiento es la mayor entre los sectores de usuarios finales. En la actualidad, el transporte por carretera asciende al 47% del total de las emisiones de  $\text{CO}_2$  relativas al transporte (IPCC, 2007)<sup>1</sup>.

El sector Transporte es reconocido como el mayor contribuyente de emisiones antropogénicas de Gases de Efecto Invernadero (GEI), como el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Cifras de la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OECD por sus siglas en inglés) señalan que el sector transporte contribuye con aproximadamente 27% de las emisiones en los países miembros.

De esta cifra corresponde del 55 al 99% de las emisiones al subsector del transporte por carretera, dos tercios de las cuales son asignadas a los automóviles.

<sup>1</sup>Mendoza Sánchez Fernando, "Inventario de emisiones en los principales corredores de transporte carretero en México", Secretaría de Comunicaciones y Transportes-Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro 2014, pág. 13.



El reto del transporte en los próximos años es mitigar el impacto que genera durante su operación. La mayor parte de las emisiones emitidas a la atmósfera se genera por el transporte urbano mediante los automóviles, camionetas y vehículos utilitarios, y el resto de las emisiones son provenientes del transporte interurbano o carretero.

En México, el sector transporte es una de las fuentes con mayor contribución de GEI, el cual representa el 20% del total nacional, con 144.6 MtCO<sub>2</sub>eq emitidas en 2006.

Las emisiones de GEI, en 2006, por modalidad de transporte fueron para el autotransporte (135.0 MtCO<sub>2</sub>eq), marítimo (2.4 MtCO<sub>2</sub>eq), ferroviario (1.8 MtCO<sub>2</sub>eq), eléctrico (no significativo) y el aéreo (5.4 MtCO<sub>2</sub>eq).

Las tendencias globales que se replican en México muestran que el consumo de energía y las emisiones de GEI del sector transporte continuarán incrementándose en función del crecimiento económico.

Este incremento provoca una mayor demanda derivada de combustibles y de infraestructura. A nivel mundial, este sector es donde más se dificulta el desacoplamiento entre las emisiones de GEI y el crecimiento económico.

Se estima que las emisiones esperadas de este sector para los años 2020, 2030 y 2050, podrían ser de 186.5 MtCO<sub>2</sub>eq, 185.0 MtCO<sub>2</sub>eq y 128.0 MtCO<sub>2</sub>eq, respectivamente (PECC 2009-2012)<sup>2</sup>.

Existen acciones implementadas en México para la reducción de los GEI cuya efectividad a nivel nacional ha sido probada y que, de acuerdo con las buenas prácticas internacionales, vale la pena continuar implementando, replicando, extendiendo y potencializando por los beneficios que estas acciones han traído al medio ambiente.

Algunas de éstas son: la verificación vehicular; la normatividad para regular las emisiones provenientes del escape de las unidades de transporte; el programa de chatarrización (modernización de la flota vehicular); construcción de libramientos; mejoramiento del estado superficial de las carreteras; incrementar en reparto modal óptimo con el crecimiento de la participación del ferrocarril en el transporte de carga; el programa de transporte limpio, aunque con diferentes nombres a nivel mundial, es ampliamente usado para el manejo técnico y la optimización del consumo energético de las unidades de transporte de carga; los programas de financiamiento al transporte masivo en ciudades; entre otros.

Cada una de las estrategias descritas, ya implementadas en México y las que son susceptibles de implementar en un futuro, tienen reducciones de emisiones de GEI, sin embargo, no se encuentra documentado a través de metodologías que midan la reducción, que dispongan de instrumentos para ser revisadas en el ámbito internacional y verificadas para avalar los resultados.

De acuerdo con cifras del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, al transporte corresponde 25 por ciento de las emisiones; al sector energético 24; y al agropecuario 17, seguidos de la industria manufacturera y de la construcción, entre otras.

<sup>2</sup>Mendoza Sánchez Fernando, "Inventario de emisiones en los principales corredores de transporte carretero en México", Secretaría de Comunicaciones y Transportes-Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro 2014, pág. 19.



En 2013 las emisiones de las fuentes móviles de autotransporte y no carreteras fueron de 174,156.53 Gg (giga gramos) de CO<sub>2</sub>e, contribuyendo con 26.2% de las emisiones totales a nivel nacional. La información más reciente que se tiene de las emisiones de GEI corresponde al año 2015 y fue emitida por el INECC, en ella se muestra que el sector transporte contribuyó con el 28% de las emisiones de Carbono Negro.

### Emisiones de carbono negro 2015 (Gg)

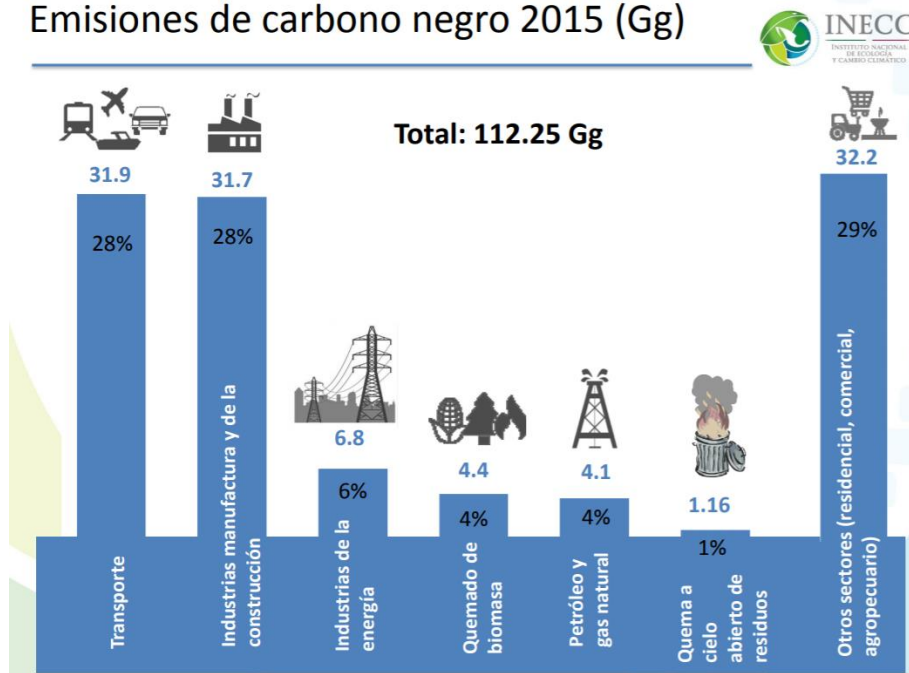


Figura 1.10 Emisiones de Carbono Negro

El sector transporte contribuyó con el 36% de las emisiones de GEI durante 2015

### Emisiones GEI del sector energía

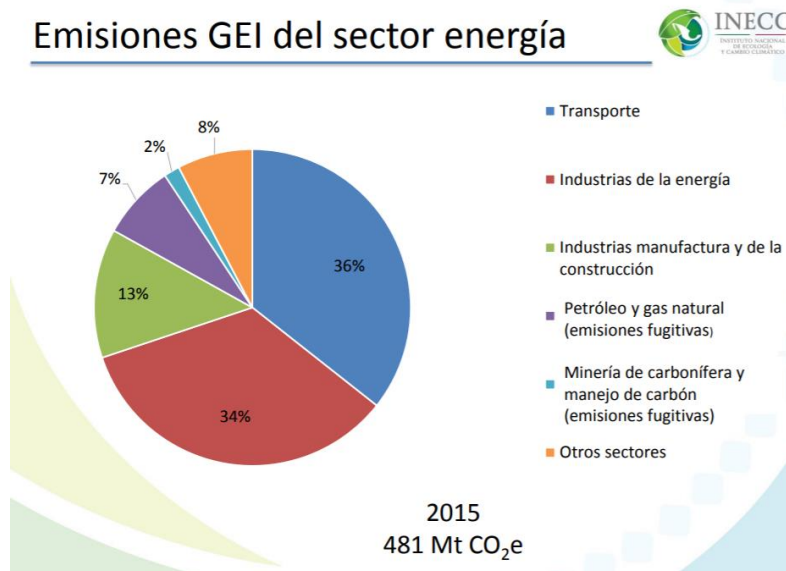


Figura 1.11 Emisiones de GEI





## CAPITULO II:

### DIAGNOSTICO ENERGETICO EN AUTOTRANSPORTE

#### 2.1 ¿Qué es un diagnóstico energético?

El diagnóstico energético es el instrumento imprescindible para saber cuánto, cuando, cómo, dónde y porqué se consume la energía (combustible) así como la forma para establecer el grado de eficiencia en su utilización.

Se trata de un estudio que permite determinar las condiciones generales de operación de una flotilla vehicular, en sus principales áreas de actividad, como son:

- Control y seguimiento del consumo de combustible
- Mantenimiento
- Capacitación de personal operativo
- Selección técnica de unidades

Estos estudios consisten en la aplicación de un análisis técnico y económico con la finalidad de identificar oportunidades de ahorro de energía (combustible) por medio de medidas operacionales y de inversión económicamente viables, disminuyendo por lo tanto los costos de operación para mejorar la productividad, disponibilidad e imagen de las flotas.

Las medidas que se implementen como resultado del diagnóstico energético, permitirán alcanzar ahorros significativos en el corto, mediano y largo plazos.

#### 2..1.1 ¿Cuáles son los beneficios de realizar un diagnóstico energético?

Cuando se realiza un diagnóstico energético se cuenta con la información para:

- a) Analizar de manera detallada la operación de las unidades que conforman la flota vehicular
- b) Conocer el comportamiento y uso del combustible
- c) Evaluar cuantitativa y cualitativamente el combustible que se consume
- d) Detectar áreas de oportunidad de ahorro y uso eficiente del combustible
- e) Cuantificar los potenciales de ahorro de combustible
- f) Determinar la eficiencia energética de la flota vehicular en términos de índices energéticos
- g) Establecer acciones y medidas de ahorro
- h) Estimar la inversión requerida para la aplicación de las medidas de ahorro
- i) Determinar los beneficios energéticos, ambientales y económicos



## 2.1.2 Tipos de Diagnóstico Energético

El diagnóstico energético se realiza normalmente en dos etapas, fases o niveles secuenciales:

- a) **Diagnóstico Energético Preliminar**: es esencialmente una recolección preliminar de información y análisis de ésta, con énfasis en la identificación de fuentes evidentes de posible mejoramiento en el uso del combustible, así como medidas de eficiencia energética de costo mínimo o nulo. La mayoría de las acciones corresponden a mejores prácticas.

Este estudio tiene como propósito:

- Identificar el consumo de combustible de la flota vehicular
- Establecer el nivel de eficiencia de su utilización en términos de índices energéticos.
- Proponer las medidas de ahorro y uso eficiente del combustible, determinar los beneficios energéticos, económicos, ambientales, así como establecer la inversión requerida para su aplicación.

- b) **Diagnóstico Energético Integral**: proporciona un análisis completo de toda la parte energética de la dependencia, tanto de equipos y aparatos como de sistemas auxiliares, así como los detalles operativos de cada uno de ellos y de manera conjunta. En un diagnóstico energético integral la medición de los parámetros eléctricos y de combustible de los principales equipos consumidores de energía es fundamental, en el tiempo y de forma integral. El estudio tiene como propósito:

- Identificar el consumo por usos finales de energía eléctrica y combustibles en los inmuebles y flota vehicular
- Establecer el nivel de eficiencia de su utilización por equipos, aparatos, sistemas y procesos en términos de índices energéticos.
- Proponer las medidas de uso eficiente de la energía de forma integral; determinar los beneficios energéticos, económicos, ambientales, así como establecer la inversión requerida para su aplicación.

## 2.2 Metodología del diagnóstico energético en autotransporte

El diagnóstico lo llevan a cabo una o varias personas, denominados diagnosticadores, que realizan entrevistas desde los niveles más altos de la empresa, esto es, desde la dirección o gerencia general; finalizando con el personal que trabaja en el taller.

Al mismo tiempo, efectúan una inspección cuidadosa de las instalaciones, para formarse un juicio objetivo de lo que pasa realmente en la empresa y así poder proponer acciones que permitan corregir las desviaciones observadas.



La metodología del diagnóstico energético se puede establecer de manera general mediante el siguiente esquema:

- A. Recopilación en la empresa de transporte de la información de las cuatro áreas involucradas directamente con el vehículo: Operación, mantenimiento, parque vehicular y forma de manejo por parte del operador.
- B. Se realiza el análisis de la información recopilada en cada una de las áreas.
- C. Se presenta el diagnóstico de los problemas que fueron identificados en las diferentes áreas que fueron revisadas.
- D. Se realizan las recomendaciones técnicas pertinentes que pueden tener un impacto desde el punto de vista energético, así como los proyectos específicos para cada área, estos proyectos pueden considerar nuevamente la realización de un diagnóstico detallado.

### **2.2.1 Descripción de la estructura organizacional de la empresa.**

Se recopila la información concerniente a las bases jurídicas del establecimiento de la empresa, así como la organización general de la misma y el tipo de operación que realiza.

Por lo que la empresa debe proporcionar:

- La Información respecto al estado y a la estructura organizativa que presenta la empresa en el momento de la realización del diagnóstico.
- La localización y ubicación de las áreas, que de manera general describen la ubicación geográfica, organismos o servicios que la constituyen; sede social, centros de operaciones, talleres, estacionamientos, depósitos de combustibles y almacenes de refacciones, centros de capacitación, centros de procesamiento de información, etc.
- El organigrama correspondiente a cada una de las áreas de servicio debe mostrar los departamentos, el personal que labora por categoría, así como una relación de los equipos principales que son utilizados para llevar a cabo sus actividades.

El departamento de operación de una empresa de autotransporte es el responsable de la organización tanto de las unidades como de los operadores, esto es, de la organización de los servicios de transporte propiamente dichos para satisfacer la demanda del cliente.



Lo anterior hace necesario conocer la naturaleza de las actividades de cada empresa, los medios con que se cuenta para afrontar la demanda, así como los resultados que se han tenido en los años anteriores, por lo tanto, se tendrá que hacer referencia a los siguientes puntos:

- Categoría de los servicios de transporte prestados.
- Características de los productos transportados.
- Red de carreteras recorridas en servicio regular, las frecuencias y tiempos de recorrido, etc.
- Se deben de considerar, además de los vehículos de la empresa, otros recursos permanentes u ocasionales con subcontrato o bajo la forma de alquiler de vehículos.
- Los resultados financieros de la operación permitirán realizar un balance y cuentas de las operaciones; por ejemplo, de los tres últimos años, con los detalles de ingresos y de gastos.
- Los resultados de las actividades se deberán expresar en toneladas (t), toneladas por kilómetro (t/km) por año con detalles mensuales. Además, la empresa indicará los mecanismos o métodos que utiliza para la obtención de los resultados.
- Se debe elaborar una estadística de la distancia acumulada por vehículo en función de su edad, por la relación estrecha que existe con la política de renovación, lo que permite establecer criterios de operación

## **2.2.2 Descripción de la estructura de la flota vehicular**

Es necesario realizar una visita al estacionamiento de la empresa para examinar algunos vehículos representativos del parque vehicular.

De esta manera se tiene una idea del estado general de la flota, de las condiciones de mantenimiento, de los aparatos existentes a bordo de la unidad que permitan reducir o controlar los consumos de combustible.

El conocimiento del estado del parque vehicular implica una distribución por clases considerando los siguientes factores: modelo, marca, capacidad (toneladas útiles o número de pasajeros), peso total en carga y en vacío, edad.



Se debe de llevar a cabo un análisis de la información concerniente a la operación de los vehículos por lo que se tendrá que obtener lo siguiente:

- Información que identifique a cada vehículo, así como, el registro cronológico de todas las operaciones de inspección, mantenimiento y reparaciones, con indicaciones de fechas, kilometrajes, costos desglosados y pagos efectuados dentro del esquema de contrato.
- Registros diarios de todas las incidencias sobre las operaciones efectuadas en un mismo día: Conductor desde el inicio al final del recorrido, cantidad de combustible y lubricantes, horarios, servicios prestados, kilometrajes mantenimiento diario, incidentes de trayecto, etc.

### **Estructura del parque.**

La distribución de edades de los vehículos estará siempre en función del tipo de actividad a la que se dedique la empresa, buscando tener una distribución uniforme a través del tiempo.

La edad promedio a la que se deben reemplazar las unidades puede variar y dependerá de las condiciones de operación, el factor de uso y los programas de mantenimiento.

A título de referencia, se puede hablar de un promedio de edad de 7 años para el transporte de pasaje y de 5 años para el transporte de carga.

En cuanto a la composición, lo ideal es que el parque vehicular se distribuya manejando la misma marca. Además de tener una flota homogénea en cuanto a configuración y equipamiento de acuerdo con el tipo de servicio prestado.

Es más conveniente pagar intereses de un vehículo que está siempre en buen estado, que pagar en mantenimiento por una unidad que a menudo presenta fallas mecánicas. Además, se considera idóneo, que los modelos se mantengan con la tecnología vigente y no exista ruptura en la distribución de las edades de las unidades.

Ello tiene como ventajas:

- Minimizar los costos de mantenimiento, ya que, al adquirir unidades más recientes, se facilita la compra de refacciones y se propicia la especialización de la mano de obra.
- Reducir el inventario del almacén, como consecuencia de un programa de mantenimiento planeado, donde se tenga pleno conocimiento del número de refacciones necesarias.
- Brindar mayor seguridad en la prestación del servicio al estar las unidades en mejor estado mecánico.



### 2.2.3 Análisis del Mantenimiento

El mantenimiento de una empresa de transporte tiene 5 áreas:

- **Área de diagnóstico vehicular.**  
La operación de diagnóstico constituye la base de un sistema de mantenimiento eficiente, dado que aquí se pueden identificar orígenes de fallas graves. Al salir de esta operación de diagnóstico y de no haber ningún motivo de intervención, la unidad se dirigirá directamente al área de estacionamiento, a disposición del sistema de operación
- **Área de mantenimiento de conservación.**  
Estas operaciones consisten generalmente en cambios de aceite, engrasado, cambios de filtros, que se realizan con base en el criterio del jefe de taller o por el tipo de motores existente en el parque vehicular
- **Área de mantenimiento preventivo sistemático o condicional.**  
Consiste en la intervención que se efectúa con cierta frecuencia kilométrica. Las frecuencias de intervención pueden estar basadas en la recomendación del fabricante o en un análisis de falla realizado.
- **Área de mantenimiento correctivo.**  
Consiste en la intervención cuando aparece la falla mecánica de la unidad. Es deseable evitar llegar a un mantenimiento correctivo dado que este tiene un impacto más significativo tanto de tiempo como económico para la empresa, es por ello, que es necesario tener un adecuado plan de mantenimiento preventivo.
- **Área de documentación y análisis de fallas**  
El análisis de falla es un factor muy importante en un programa de mantenimiento, ya que con el que se pueden planear los mantenimientos preventivos y prever las posibles fallas que lleven a un mantenimiento correctivo.

Una vez finalizado el análisis de falla, éste se debe documentar de manera detallada y almacenarse de manera ordenada para su consulta.

La información que se puede obtener del análisis de falla puede ser:

- Seguimiento de las intervenciones en el taller.
- El análisis técnico de los incidentes por unidad.
- La repetitividad de incidentes específicos.
- Gestión de los tiempos de intervención



## **2.2.4 Análisis de la operación.**

### **Tipo de operación de la empresa.**

Es necesario conocer la naturaleza de las actividades de la empresa, los medios con que cuenta para afrontar la demanda, así como los resultados que se han tenido en los años anteriores.

Es importante resaltar que el departamento de operación la empresa de autotransporte es el responsable de la organización de los servicios de transporte para satisfacer la demanda del cliente.

Por lo cual es necesario resaltar los siguientes puntos:

- Categoría de los servicios de transporte prestados.
- Características de los productos transportados.
- Red de carreteras recorridas en servicio regular, las frecuencias y tiempos de recorrido, etc.
- Recursos permanentes u ocasionales con subcontrato o bajo la forma de alquiler de vehículos.
- Los resultados financieros de la operación permitirán realizar un balance y cuentas de las operaciones.
- Los resultados de las actividades se deberán expresar en toneladas (t), toneladas por kilómetro (t/km) por año con detalles mensuales. Además, la empresa indicará los mecanismos o métodos que utiliza para la obtención de los resultados.
- Se debe elaborar una estadística de la distancia acumulada por vehículo en función de su edad, por la relación estrecha que existe con la política de renovación, lo que permite establecer criterios de operación.

### **Métodos de operación.**

Mediante la optimización de los métodos de operación, se pueden obtener ahorros importantes, a través de la correcta organización de los servicios de transporte.

Por lo cual, es importante obtener la información respecto a las rutas permanentes o elección de los itinerarios para servicios ocasionales, así como, de la existencia eventual de un sistema de optimización de los viajes requeridos y frecuencias.

Se debe de contemplar el registro de "tiempos muertos" (carga, descarga, espera) y trayectos fuera de los servicios (relación de depósito a la terminal, a la estación de servicio, etc.).

Además de considerar criterios para la selección del o de los vehículos asignados a una ruta o a un servicio.



## **Instalaciones**

El terreno debe de tener una forma armoniosa y adecuada a la circulación tanto de las unidades como del personal y de visitantes.

Existen criterios que sirven de base para este tipo de instalaciones; por ejemplo, se considera una relación de 150 m<sup>2</sup> a 200 m<sup>2</sup> por vehículo y la forma de terreno más adecuada es la cuadrada (1/1) o la rectangular (1/2).

En el interior de esta área, el criterio prioritario de ubicación de secciones es la unidad, su tránsito interno debe ser continuo y corresponder a una secuencia de eventos que acontecen de manera prevista.

A partir de estos criterios se puede proceder a un reparto por sección de la superficie disponible a nivel del suelo considerando como promedios generales:

**Tabla 2.1 Distribución de superficie**

| Área                   | Porcentaje |
|------------------------|------------|
| Estacionamiento        | 40%        |
| Espacio de circulación | 50%        |
| Edificios              | 10%        |

Reparto de espacio entre las superficies edificadas:

**Tabla 2.2 Distribución de superficies edificadas**

| Área                          | Porcentaje |
|-------------------------------|------------|
| Administración                | 14 %       |
| Sociales                      | 7 %        |
| Hojalatería, pintura, llantas | 20 %       |
| Taller y almacén              | 45 %       |
| Lavado                        | 6 %        |
| Abastecimiento y recepción    | 8 %        |





Para la circulación ideal de las unidades, las instalaciones pueden tener la siguiente distribución:

- Recepción y suministro de fluidos.
- Área de llantas y carrocería.
- Área de lavado, lubricación.
- Área de reparación mecánica.
- Estacionamiento.

El sistema de gestión del mantenimiento se puede estudiar desde los puntos de vista del vehículo, del taller y de la gestión en el almacén (refacciones, lubricantes, llantas, etc.).

### **Almacén**

Se deberá conocer el proceso para el suministro de las refacciones, así mismo, comprobar si existe una relación entre las reservas máximas y las de seguridad de las refacciones caras, así como su consumo observado a través del tiempo.

Es necesario conocer los documentos de control, los cuales comprenden:

- Un inventario por tipo de refacciones que registre todos los movimientos, indicando las fechas de entrada (suministro) y de salida (con referencia a las órdenes de trabajo), así como las existencias en el almacén.
- El estado del control anual de las reservas existentes para todas las refacciones; estas reservas aparecerán en los inventarios de fin de año.

El funcionamiento de todo el sistema implica una circulación horizontal de la información entre el vehículo (ficha histórica), el taller (orden de trabajo) y las existencias (hoja de inventario).

Las preguntas que realice el diagnosticador le permitirán identificar los circuitos, evaluar el contenido y calidad de la información transmitida.

### **Personal.**

Se deberá de obtener información respecto a los siguientes puntos:

- Número total de empleados, con la distribución por categorías: nivel directivo y personal administrativo, personal del departamento de operaciones, operadores de las unidades, personal de taller, etc.
- Capacitación básica, el procedimiento para reclutar el personal, edad y antigüedad de los choferes y personal del taller en la empresa.
- Elaboración de exámenes periódicos, formas de evaluación, capacitación continua.



- Revisión del escalafón, formas de promoción, niveles salariales, formas de pagos. Así como la existencia y forma de distribución de primas o bonos.

### **Tipo de manejo del vehículo.**

Es necesario realizar un recorrido con los operadores de la empresa en las unidades, para identificar la forma de conducir los vehículos y con esta base establecer las acciones a seguir.

Así como, revisar el programa de capacitación de la empresa, si tiene algún programa establecido o en su defecto proponer la conducción técnica de los vehículos, la cual le permitirá al operador entender los aspectos técnicos del comportamiento del vehículo y así comprender lo que hacen, cómo y porqué, aumentando su motivación para aplicar estos conceptos en su vehículo.

- **Manejo técnico.**

Con base en experiencias anteriores dentro del campo de autotransporte, con el manejo técnico, se puede obtener una diferencia del 50% en el consumo de combustible, desgaste de llantas y de partes mecánicas de dos vehículos con características mecánicas semejantes, para dos conductores, con un mismo recorrido en condiciones similares.

Por lo cual, se puede concluir que la forma en que se operan los vehículos es de mucha importancia, sobre la economía de la empresa.

El manejo técnico, es una forma de conducción que resulta conveniente por sus bajos costos de operación, especialmente en lo que se refiere al ahorro de combustible.

Las condiciones sobre las cuales está fundamentado son las siguientes:

### ***Operación del motor en zona verde.***

La mayoría de los operadores se han hecho en la práctica y por lo tanto muchos de ellos desconocen que:

- a) Un motor tiene un rango óptimo de operación, que no necesariamente es el uso del máximo régimen del motor, esto es, con el acelerador a fondo.
- b) Los cambios de velocidad del vehículo deben realizarse entre los límites del rango óptimo de operación del motor y no, como se cree, acelerando el motor a las máximas rpm y forzándolo a trabajar fuera de su rango óptimo.

De acuerdo con sus características mecánicas, un motor posee un rango de operación óptimo, denominado zona verde.

Dentro de la zona verde el consumo de combustible es el mínimo y permite al operador efectuar el cambio de velocidades según sus necesidades de potencia y de par.



La zona verde se determina a partir de las curvas de potencia, par y consumo de combustible, que son proporcionadas por el fabricante del motor y de la elaboración del diagrama de velocidades, cuyos valores son calculados en función de las relaciones de paso de la transmisión, del paso del diferencial y del perímetro de las ruedas de los vehículos.

La operación del motor fuera de la zona verde, sobre todo cuando se hace por encima del límite superior, tiene como consecuencia mayor desgaste de los elementos mecánicos del motor, de los neumáticos, sobreconsumo de combustible, y mayor riesgo de accidentes en la red vial cuando la operación se lleva a cabo en zonas urbanas.

### ***Relación óptima: aceleración-par motor.***

Para lograr el funcionamiento óptimo del motor se debe tener un balance ideal entre el aire, el calor y el combustible, a través de la aceleración y el par motor.

Las cantidades de aire y calor dependen del mantenimiento (filtros de aire, compresión de los cilindros, estado del compresor, calidad del aire), no así en la dosificación del combustible utilizado, ya que se controla a través del acelerador.

Entonces, la dosificación o inyección del combustible, depende ante todo del operador. Por lo que, el operador debe conducir acelerando o desacelerando según el requerimiento de la situación, muy suavemente.

En el manejo técnico lo que se pretende es que la dosificación de combustible se lleve a cabo de una manera continua pero moderada, es decir, sin cambios bruscos y con una presión ligera sobre el acelerador.

### ***Conservación de la cantidad de movimiento.***

Para la conducción técnica es ideal que se conserve la cantidad de movimiento, lo que implica una conservación de la velocidad. Para ello, es indispensable la previsión del operador a todas aquellas situaciones que de alguna manera tengan influencia para que éste frene el vehículo.

Esto tiene mayor relevancia cuando la operación del vehículo se hace en zonas urbanas, en la que existen intersecciones viales, vialidades con tránsito elevado, maniobras en circulación, etc.

Características que no se pueden evitar totalmente, pero si pueden evitarse algunos de ellos con previsión del operador. Por lo tanto, el uso de los frenos debe ser el menor posible y de manera racional.

De lo anterior, se pone de manifiesto la posibilidad que tiene cualquier empresa para el óptimo aprovechamiento de las características físicas de los vehículos, y de lo adecuado que resulta el dar a conocer esta información a los operadores de las unidades quienes son a final de cuentas, los que ponen en marcha este orden de ideas que debe resultar provechoso tanto para la empresa misma como para los conductores.



## 2.2.5 Investigación de los Sistemas de información.

Un sistema de información se compone de los diferentes elementos de la organización que participan en el flujo de información:

- La que fluye desde el medio en que se encuentra la empresa; del entorno inmediato: clientes y proveedores, y del entorno externo: legislación, competidores, resto de la sociedad.
- La que fluye a través de los diferentes subsistemas y elementos dentro de la organización, y que acompaña los procesos de operación. Particularmente en el sector servicios, donde la información representa el valor agregado a la actividad económica.

La información que se requiere manejar en la empresa debe tener los siguientes atributos: disponibilidad, acceso a todos los niveles, oportunidad, economía consistencia y constancia

Esta información se genera como un subproducto de las diferentes operaciones en la empresa y es al mismo tiempo, un insumo para la ejecución de esas actividades: venta de boletos, control de almacenes, pago a conductores, control de socios, ingresos y egresos, distancias y costos de operación, combustible, accidentes, pago de seguros, cargas y paquetería, etc.

El sistema de información con que cuente la empresa de transporte es la base para poder competir en el medio en el que se desenvuelve. Es por esto necesario revisar con qué medios de informática cuenta la empresa, considerando tanto el software como el hardware.

Debe hacerse notar que el funcionamiento del sistema de información no depende de tener toda la información en computadoras, sino del dominio que se tiene de la información en general.

Es decir, la información debe estar ligada a la estructura para la toma de decisiones, y establece el vínculo entre el subsistema gestor y el subsistema operante para realizar las funciones de retroalimentación y control

Las áreas principales que considerar en la informatización son aquéllas que cubren los aspectos de recursos humanos, técnicos y económicos, que a su vez deberán de cubrir el análisis de los sistemas económicos, de operación, mantenimiento, selección y renovación vehicular.

Es recomendable que los resultados que se obtengan se presenten en forma de tablas o figuras, lo que permitirá visualizar más objetivamente el problema que se tenga que resolver, ayudando a la toma de decisiones en forma inmediata



## CAPITULO III

### CASO DE ESTUDIO

#### 3.1 Presentación de la empresa

La empresa en estudio es una empresa de logística integral de transportación terrestre y servicios de logística en México y Centroamérica con 17 años de experiencia.

##### **Año Acontecimiento**

- 1998 Se establece la empresa para la transportación de embarques terrestres de México y Centroamérica.
- 2010 Contaba con 35 colaboradores y una flota de 8 tractos y 8 remolques.
- 2011 Contaba con 80 colaboradores, se realiza una reestructura interna de accionistas y se incrementa la flota con un ingreso de: 4 tractos y remolques, 2 rabones y 1 unidad de 1ton.  
Se implementa el monitoreo de geolocalización.
- 2012 Cambio de domicilio Cd. de México - Rojo Gómez. Superficie de almacenaje 1,200m<sup>3</sup> y 4 andenes.  
Se incrementa la flota con un ingreso de: 9 unidades y 6 remolques.
- 2013 Contaba con 100 colaboradores. Cambio de domicilio a Cd. Hidalgo con una superficie de almacenaje de 6,480m<sup>2</sup> y 20 andenes.  
Proyecto Racks selectivos en 4 naves. Se incrementa la flota con un ingreso de: 5 unidades, 1 rabón de 3½ y 3 remolques.
- 2014 Contaba con 116 colaboradores, Se tenía una flota vehicular de 26 tractos, 35 remolques, 2 rabones, 3½ y 1 unidad de 1ton.  
Contaba con 160 colaboradores. Cambio de domicilio a Ixtapaluca con una superficie de 4,320m<sup>2</sup> y 15 andenes.
- 2015 Certificación: Alianza por la profesionalización del Autotransporte Distintivo CANACAR.  
Flota: 31 tractos, 10 unidades biarticuladas de 40", 70 semirremolques de 40" y 53", 4 rabones, 3½, 1 unidad de 1ton, rescate carretero.  
Contaba con más de 280 colaboradores. La flota se incrementó a 65 tractocamiones y más de 160 cajas.
- 2017 Obtención de ISO 9001-2015.  
Obtención de Sistema de Administración en Responsabilidad Integral (SARI) por parte de la ANIQ.  
Distintivo Transporte Limpio por parte de la SEMARNAT.
- 2018 Diversificación de rutas, en las zonas industriales de la República como el bajío y el norte del país.

Las industrias en las que se especializa son: agropecuaria, alimentaria, química, farmacéutica, cosmética, del cuidado personal y del hogar, sectores logísticos multimodal de carga, de envase y embalaje, manufacturera, textil, del papel, plástica, servicios y comercio, del vestido y confección, editorial y metálica,

Cuenta con dos tipos de servicio para México y Centroamérica.

1.-Carga en camión completo: proporciona una mayor rentabilidad debido a la posibilidad del uso de cajas de 40 o 53 pies para el transporte de mayor tonelaje y volumen.



**Figura 3.1 Servicio carga en camión completo**

2.-Carga consolidada: Se encargan de recolectar, transportar, almacenar, coordinar y entregar la mercancía en manos de los clientes finales.



**Figura 3.2 Servicio carga consolidada**

La empresa cuenta con dos sucursales:

#### **Unidad Ixtapaluca-Autopista México-Puebla km 30.5**

Se ubica el almacén de transferencia de mercancía con una superficie de 4,200m<sup>2</sup> para el almacenaje y manejo de mercancías de grado alimenticio, farmacéutico, químico, cosmético e industrial.

El equipamiento con el que cuentan es:

- 5 montacargas
- 23 cámaras de CCTV (circuito cerrado en todas las unidades)
- GPRS (rastreo satelital en todas las unidades)
- Talleres de servicio



## Unidad Parque Industrial “Los Ríos” Cd. Hidalgo, Chiapas

- 12 almacenes de 7,200m<sup>2</sup> de superficie para el almacenaje y manejo de mercancías de grado alimenticio, farmacéutico, químico, cosmético e industrial
- 43 andenes de servicio y cuatro rampas de acceso
- Oficinas administrativas
- 4800 m<sup>2</sup> de patios de maniobras
- Encierro de unidades de transporte con una superficie de 10,000 m<sup>2</sup>

El equipamiento con el que cuentan es:

- 5 montacargas
- 1962 posiciones en racks selectivos equivalentes al espacio para almacenar 82 camiones completos
- 54 cámaras de CCTV (circuito cerrado en todas las unidades)
- GPRS (rastreo satelital en todas las unidades)

Actualmente la flota de la empresa está constituida por:

- 77 tractocamiones propios equipados con GPRS las 24 horas
- 160 remolques propios de 12.19 metros y 16.15 metros de última generación, equipados con GPRS las 24 horas
- 4 plataformas de 12.19 metros
- Flotilla de recolección y entrega de mercancías de 3.5 toneladas (rabones y Torton) equipada con GPRS las 24 horas

Cuenta con representación en los siguientes países:

- Guatemala
- El Salvador
- Honduras
- Nicaragua
- Costa Rica
- Panamá

La asignación de los vehículos se realiza de acuerdo con el tipo de servicio y a la disponibilidad vehicular con la que se cuenta.

Para dar seguimiento a la operación cuentan con monitoreo GPS de las unidades 24 horas los 365 días del año, adicionalmente, se lleva una bitácora de traslados.



### Estructura organizacional

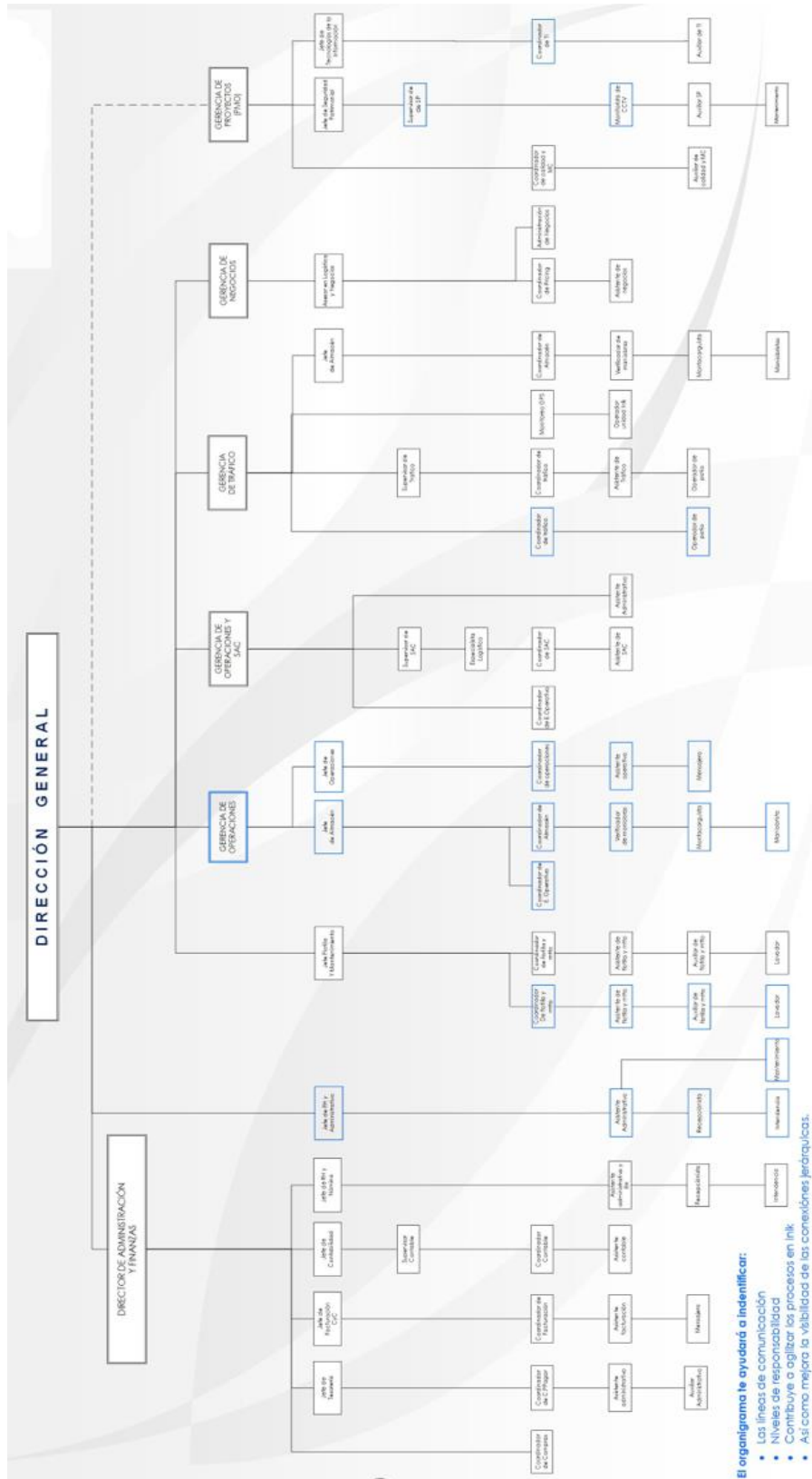


Figura 3.3 Estructura Organizacional

**El organigrama te ayudará a identificar:**

- Las líneas de comunicación
- Niveles de responsabilidad
- Contribuye a agilizar los procesos en Ink
- Así como mejora la visibilidad de las conexiones jerárquicas.





### Rutas

Transportan un total de 123,824,909.97 toneladas anuales de carga en servicio tipo “carga en camión completo (FTL)” y un total de 18,116,242.86 toneladas anuales de carga en servicio tipo “carga consolidada (LTL)”.



Figura 3.4 Mapa de rutas

La empresa cubre las rutas,

Tabla 3.1 Rutas recorridas

| ORIGEN                     | DESTINO                    | INTERMEDIO       |
|----------------------------|----------------------------|------------------|
| Ixtapaluca, Edo. de México | Cd. Hidalgo, Chiapas       |                  |
| Toluca                     | Cd. Hidalgo, Chiapas       |                  |
| Querétaro                  | Cd. Hidalgo, Chiapas       |                  |
| Guadalajara                | Cd. Hidalgo, Chiapas       |                  |
| Zacapu y Jacona, Michoacán | Cd. Hidalgo, Chiapas       |                  |
| Cd. Hidalgo, Chiapas       | Ixtapaluca, Edo. de México |                  |
| Cd. Hidalgo, Chiapas       | Ixtapaluca, Edo. de México | Jalapa, Veracruz |
| Cd. Hidalgo, Chiapas       | Ixtapaluca, Edo. de México | Perote, Veracruz |
| Cd. Hidalgo, Chiapas       | Ixtapaluca, Edo. de México | Lerdo de Tejada  |
| Cd. Hidalgo, Chiapas       | Ixtapaluca, Edo. de México | Oaxaca           |
| Cd. Hidalgo, Chiapas       | Ixtapaluca, Edo. de México | Toluca           |
| Cd. Hidalgo, Chiapas       | Ixtapaluca, Edo. de México | Puebla           |

## 3.2 Análisis de la información y detección de áreas de oportunidad de ahorro

### 3.2.1 Características del parque vehicular

La empresa cuenta con una flota de 77 tractocamiones, la cual está dividida entre las siguientes marcas:

Tabla 3.2 Distribución de tractocamiones

| Marca              | Cantidad |
|--------------------|----------|
| KENWORTH           | 64       |
| ISUZU              | 2        |
| MACK VISION 560 HD | 1        |
| INTERNATIONAL      | 10       |

Se puede observar, en la gráfica debajo, que la empresa no cuenta con una flota homogénea de vehículos, esto puede ser desventajoso, si se considera que la estandarización de la marca permite obtener beneficios al momento de la compra con el fabricante, así como contar con mano de obra especializada para el mantenimiento de las unidades.

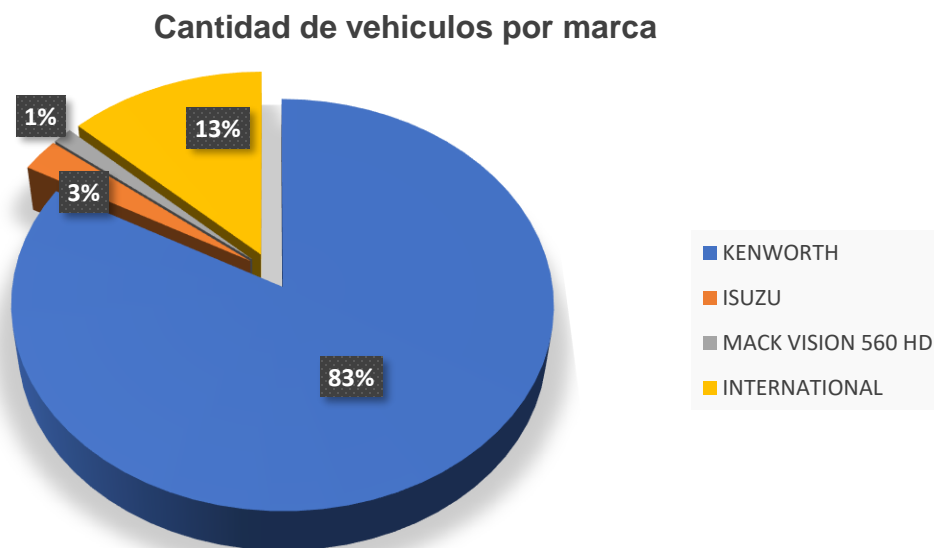


Figura 3.5 Distribución de vehículos por marca

Lo ideal es que el parque vehicular sea del mismo modelo y/o marca semejante. Además de tener una flota homogénea en cuanto a configuración y equipamiento, es importante analizar el tipo de servicio en el que será utilizado.



El 83% de los tractocamiones de la empresa son Marca Kenworth, debido al buen desempeño que han tenido con los vehículos desde sus inicios como empresa de autotransporte, sin embargo, el año pasado la empresa busco adquirir 10 vehículos más.

Después de realizar un análisis de costo/beneficio entre diferentes marcas y modelos, incluyendo Kenworth, se tomó la decisión de adquirirlos marca International, modelo "Prostar". Este modelo de tractocamión tiene el mayor rendimiento de combustible en el mercado, 3.36 (km/l) y los planes de financiamiento fueron acordes a las necesidades de la empresa.

Realizando una comparación entre las marcas, Kenworth, Scania e International, en distintos rubros, se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 3.3.

**Tabla 3.3 Comparación de marcas de tractocamiones**

| Marca         | Rendimiento de combustible [km/l] | Fabricación en México | Servicio Postventa | Disponibilidad de refacciones | Costo Inicial [USD] | Experiencia en México |
|---------------|-----------------------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Kenworth      | 3.00                              | √                     | √                  | √                             | \$ 750,000.00       | √                     |
| International | 3.36                              | √                     | √                  | √                             | \$ 720,000.00       | 0                     |
| Scania        | 3.06                              | √                     | √                  | √                             | \$ 740,000.00       | 0                     |

Kenworth es marca líder en tractocamiones, cuenta con 6,234 unidades en el mercado, lo cual representa el 51.94%. Tiene amplia experiencia en México, por lo que, su servicio de postventa es de calidad, incluyendo la disponibilidad de refaccionamiento. Por otra parte, cuenta con precios competitivos, que lo han llevado a posicionarse como la marca preferida de los autotransportistas.

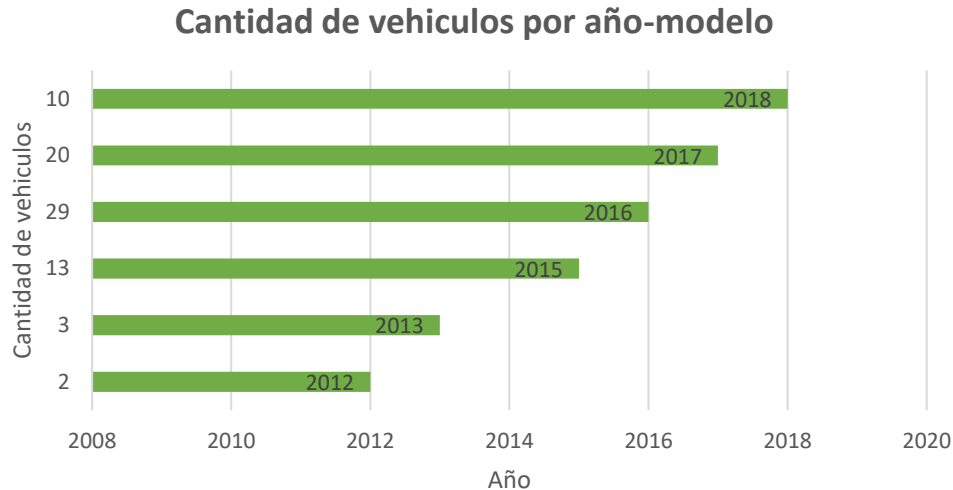
En segundo lugar, esta International, con 2,516 unidades en el mercado, lo que representa el 20.4%. El rendimiento de combustible de estos tractocamiones es mucho mayor que el de Kenworth, sin embargo, su experiencia dentro del mercado mexicano no es tan amplia; en cuanto a precio, es bastante similar al de Kenworth.

Desde el punto de vista del rendimiento de combustible es justificable el cambio de marca en la compra de estos 10 tractocamiones.

Sin embargo, al tener una flota con un 85% de vehículos Kenworth, se podría evaluar la opción de homogenizarla con vehículos de la misma marca, pero de tecnología más nueva.

Dado que es una marca con la cual la empresa ha estado trabajando desde sus inicios, se podría negociar con el proveedor un plan de adquisición de unidades y renovación de estas, con condiciones aceptables para ambas partes.

Por otra parte, se realizó una clasificación de los tractocamiones de acuerdo al año-modelo para obtener la pirámide de edades, la cual muestra que el espectro de edades del parque se extiende en un rango de 6 años (de 2012 a 2018), lo cual nos indica que la flota vehicular es reciente, como se puede observar en la figura siguiente:



**Figura 3.6 Pirámide de edades del parque vehicular**

De la gráfica anterior podemos deducir que la empresa en estudio se encuentra en fase de desarrollo, ya que sus unidades son en su mayoría nuevas.

El tiempo promedio al que se deben reemplazar las unidades puede variar, dependiendo de las condiciones de operación, el factor de uso y los programas de mantenimiento entre otras.

La mayoría de las empresas de transporte tienen una política de renovación, que puede estar definida en términos del kilometraje recorrido, por la edad del vehículo o por ambas.

Estas prácticas se desarrollan a través de la experiencia, por instinto, análisis de costo o por aspectos emocionales, además deben proporcionar las bases para una revisión anual de la flotilla, e identificar los vehículos que satisfagan los criterios establecidos.

El costo total de operación de un vehículo nuevo siempre es más elevado que el de una unidad antigua, ya que soporta importantes costos fijos por amortización y depreciación. Sin embargo, su consumo de energía es más bajo y la disponibilidad vehicular mucho mayor.

Es decir, comprar unidades nuevas permite programar un mantenimiento adecuado desde el inicio de su incorporación al parque vehicular; esto asegura una conservación mucho más apropiada a la unidad, a la vez que un control más eficaz de los costos de mantenimiento.

Un punto de referencia es considerar como base el costo de la unidad nueva contra la antigua.



Una mala práctica de las empresas de transporte es que consideran mantener en operación al vehículo el máximo tiempo posible, a pesar de que los costos de mantenimiento aumenten cada vez más.

Cuando los costos de posesión y operación del vehículo nuevo son menores que el del vehículo antiguo, es tiempo de un reemplazo. Si los costos de posesión y operación del vehículo antiguo son menores que los del nuevo, la alternativa es mantener el vehículo antiguo en servicio. Los costos se deben analizar anualmente, y el programa de reemplazo de la compañía se debe de ajustar para reflejar los cambios que se han realizado

Un vehículo nuevo por lo general recorre entre 10 000 y 35 000 km anuales, más que las unidades con mayor edad; además se observa lo siguiente: El ahorro de combustible varía entre 8 y 12% del gasto anual de combustibles por vehículo (aprox. 5 000 litros de diésel por año) El ahorro en mantenimiento varía entre el 32 y el 40% del monto anual, esto representa el mayor beneficio observado.

La renovación oportuna de los vehículos en las empresas transportistas se refleja en un conjunto de beneficios significativos, ya que además del ahorro en el consumo de combustible, se tienen importantes ventajas tales como los ahorros en el mantenimiento en los primeros años de operación de la unidad y una mayor disponibilidad del vehículo al reducirse los tiempos de inmovilización en el taller.

Es recomendable renovar las unidades como máximo cada 8 años, para mantener una flota saludable.

Hay que tomar en consideración que no se trata únicamente de la reposición del vehículo, debe venir acompañada de la evolución tecnológica de las unidades.

En este caso, el plan de renovación de unidades con el que cuenta la empresa es de 5 años, por lo que, se encuentra dentro de los plazos recomendables de renovación.

### **Carga Transportada**

Respecto a la carga transportada por la empresa anualmente, al cierre del año pasado, el total de carga transportada fue de 210,125.51 toneladas.

Se analizaron los datos de carga transportada por unidad, obteniéndose la gráfica de la figura 3.7.

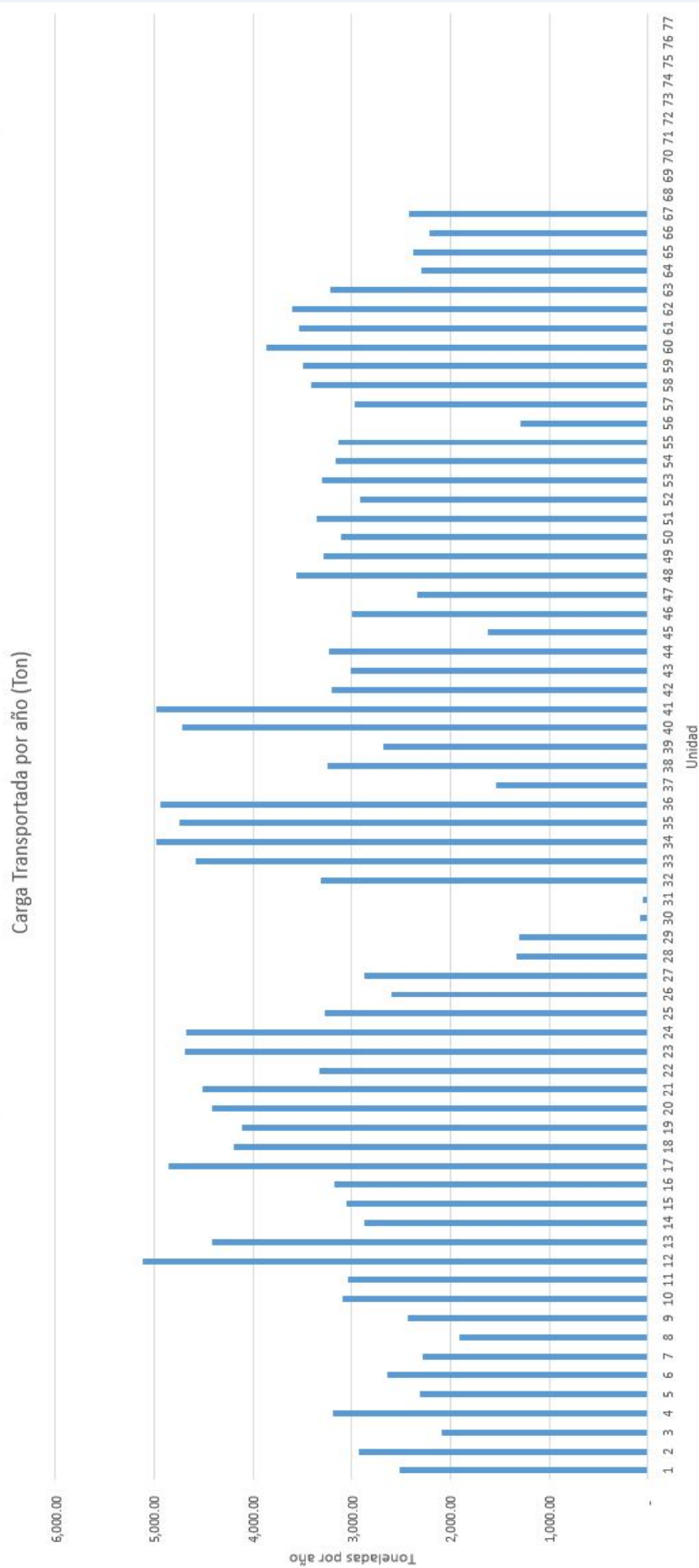


Figura 3.7 Carga transportada por año (Ton)



En promedio cada unidad transportó 2,798.90 toneladas anualmente, sin embargo, se puede observar que hay unidades que transportaron un número mayor de carga que otras.

Es conveniente revisar la situación de estas unidades, ya que el exceso de carga puede llegar a repercutir en el consumo de combustible, así como, en la vida útil del vehículo.

El sobrepeso en el autotransporte de carga es una práctica ampliamente extendida alrededor del mundo. La práctica de sobrecargar los camiones tiene cierta “racionalidad” desde el punto de vista económico, ya que aumenta la productividad del autotransporte al reducir el número de viajes requerido para mover cargas y bajar el costo promedio por tonelada- kilómetro, puesto que los costos de la operación se prorratean entre un mayor número de toneladas movidas.

Sin embargo, al incrementarse la carga movida por el camión, tanto las resistencias de rodamiento y de la pendiente se incrementan también, dejando menos potencia disponible para el movimiento, con lo cual la velocidad se reduce.

Si el camión trata de mantener su velocidad de operación original, más potencia es requerida, la cual resulta de aumentar las revoluciones por minuto del motor, es decir, proviene de un mayor consumo de combustible. De este modo, un camión con una velocidad de operación determinada consumirá más combustible a medida que mueva más toneladas.

Por otra parte, los camiones que mantienen velocidades más bajas al llevar mayores tonelajes permanecen tiempos más largos en el camino, consumen más combustible y generan más emisiones contaminantes.

La sobrecarga está físicamente limitada por la potencia del motor, pues a medida que se mueven más toneladas, menos potencia queda disponible para el movimiento del vehículo. Sin considerar restricciones de los metros cúbicos disponibles en el camión, ni del nivel de tonelaje máximo tolerado por el vehículo sin que sufra daño estructural la suspensión o el chasis, causando accidentes.

Es por ello la importancia de mantener la carga asignada a cada unidad dentro de los límites establecidos por el fabricante, para evitar accidentes y no impactar de manera negativa el consumo de combustible.



## Consumo de combustible

Respecto al combustible, la flota consumió durante 2018, 3,412,343 litros de diésel, para cubrir los servicios de transporte de carga, considerando un precio de \$20.9 por litro al 31 de diciembre de 2018, la empresa gastó en combustible \$71,317,988 MXN. Por lo que, una reducción en el consumo de combustible puede significar la diferencia entre un negocio rentable o pérdidas en los resultados.

La gestión de combustible permite aprovechar de manera más rentable cada litro de diésel adquirido, al contribuir no sólo a la economía de la empresa, sino también al ahorro energético y mejorar la conservación del medio ambiente.

Analizando los consumos de combustible por unidad se obtuvo la gráfica de la figura 3.8.

El kilometraje anual que las unidades cubrieron anualmente fue de 6,793,126.00 km/año, en la gráfica de la figura 3.9 podemos observar el kilometraje que recorrió cada unidad.

Con base en los datos del consumo anual de combustible y el kilometraje anual por unidad se obtuvo el rendimiento de combustible anual por unidad.

Una vez obtenido el rendimiento de combustible anual promedio por unidad y se estableció una franja normal de operación con un rango de +/- 10% para así, determinar las unidades que están fuera de esta franja y requieren mayor atención.

Las unidades que están por encima de esta franja son aquellas que tienen un rendimiento mayor, mientras que las unidades por debajo de esta franja son unidades que tienen un alto consumo de combustible y un bajo rendimiento, por lo que, es necesario revisar la causa del bajo rendimiento de estas unidades e implementar acciones que conlleven a incrementar el rendimiento de estas.

El rendimiento promedio que se obtuvo fue de 1.87 km/l, por lo que la franja normal de operación se estableció entre los valores 2.057 km/l y 1.683 km/l.

En la gráfica de la figura 3.10 podemos observar que la mayoría de las unidades se encuentran dentro del rango establecido. Sin embargo, catorce unidades se encuentran por debajo del rango establecido, por lo que, es necesario identificar la posible causa de este bajo rendimiento.

Realizando un análisis entre los valores de consumo de combustible, rendimiento de combustible y carga transportada, se obtuvo la tabla 3.4, donde podemos observar que seis de las unidades listadas, son las que más carga mueven por lo que el alto consumo de combustible y el alto kilometraje, así como, el bajo rendimiento de combustible puede deberse a esta causa.

Por otra parte, cuatro unidades presentan bajo rendimiento, estas son unidades jóvenes, modelo 2017, no se encuentran dentro de las unidades que transportan mayor carga, por lo que, posiblemente sea necesario revisar el mantenimiento y el tipo de conducción que realiza el operador.





Las cuatro unidades restantes, transportan una carga importante y el rendimiento de combustible es mejor que el de las unidades mencionadas anteriormente.

En estas unidades también es recomendable revisar las prácticas de conducción del operador, así como el mantenimiento que se lleva a cabo.

**Tabla 3.4 Unidades fuera del rango normal de operación**

| No. | Marca    | Año-Modelo | Tipo de combustible | Consumo de combustible por año (l/año) | Kilometraje por año | Rendimiento de combustible anual (km/l) | Carga Transportada por año (Ton) |
|-----|----------|------------|---------------------|--|---------------------|---|----------------------------------|
| 13  | KENWORTH | 2015       | DIESEL              | 62,802.62                              | 103,740.70          | 1.65                                    | 4,414.50                         |
| 17  | KENWORTH | 2016       | DIESEL              | 69,694.82                              | 114,220.70          | 1.64                                    | 4,860.46                         |
| 18  | KENWORTH | 2016       | DIESEL              | 64,248.79                              | 98,706.70           | 1.54                                    | 4,200.29                         |
| 20  | KENWORTH | 2016       | DIESEL              | 65,442.26                              | 103,897.00          | 1.59                                    | 4,421.15                         |
| 23  | KENWORTH | 2016       | DIESEL              | 73,405.51                              | 110,227.80          | 1.50                                    | 4,690.54                         |
| 33  | KENWORTH | 2016       | DIESEL              | 68,194.20                              | 107,672.00          | 1.58                                    | 4,581.79                         |
| 35  | KENWORTH | 2016       | DIESEL              | 71,997.09                              | 111,711.00          | 1.55                                    | 4,753.66                         |
| 36  | KENWORTH | 2016       | DIESEL              | 78,626.12                              | 115,958.00          | 1.47                                    | 4,934.38                         |
| 40  | KENWORTH | 2016       | DIESEL              | 71,024.48                              | 110,779.70          | 1.56                                    | 4,714.03                         |
| 41  | KENWORTH | 2016       | DIESEL              | 74,422.24                              | 116,980.90          | 1.57                                    | 4,977.91                         |
| 59  | KENWORTH | 2017       | DIESEL              | 53,566.33                              | 82,267.40           | 1.54                                    | 3,500.74                         |
| 61  | KENWORTH | 2017       | DIESEL              | 55,607.20                              | 83,151.20           | 1.50                                    | 3,538.35                         |
| 62  | KENWORTH | 2017       | DIESEL              | 55,986.29                              | 84,712.10           | 1.51                                    | 3,604.77                         |
| 63  | KENWORTH | 2017       | DIESEL              | 53,462.48                              | 75,808.40           | 1.42                                    | 3,225.89                         |

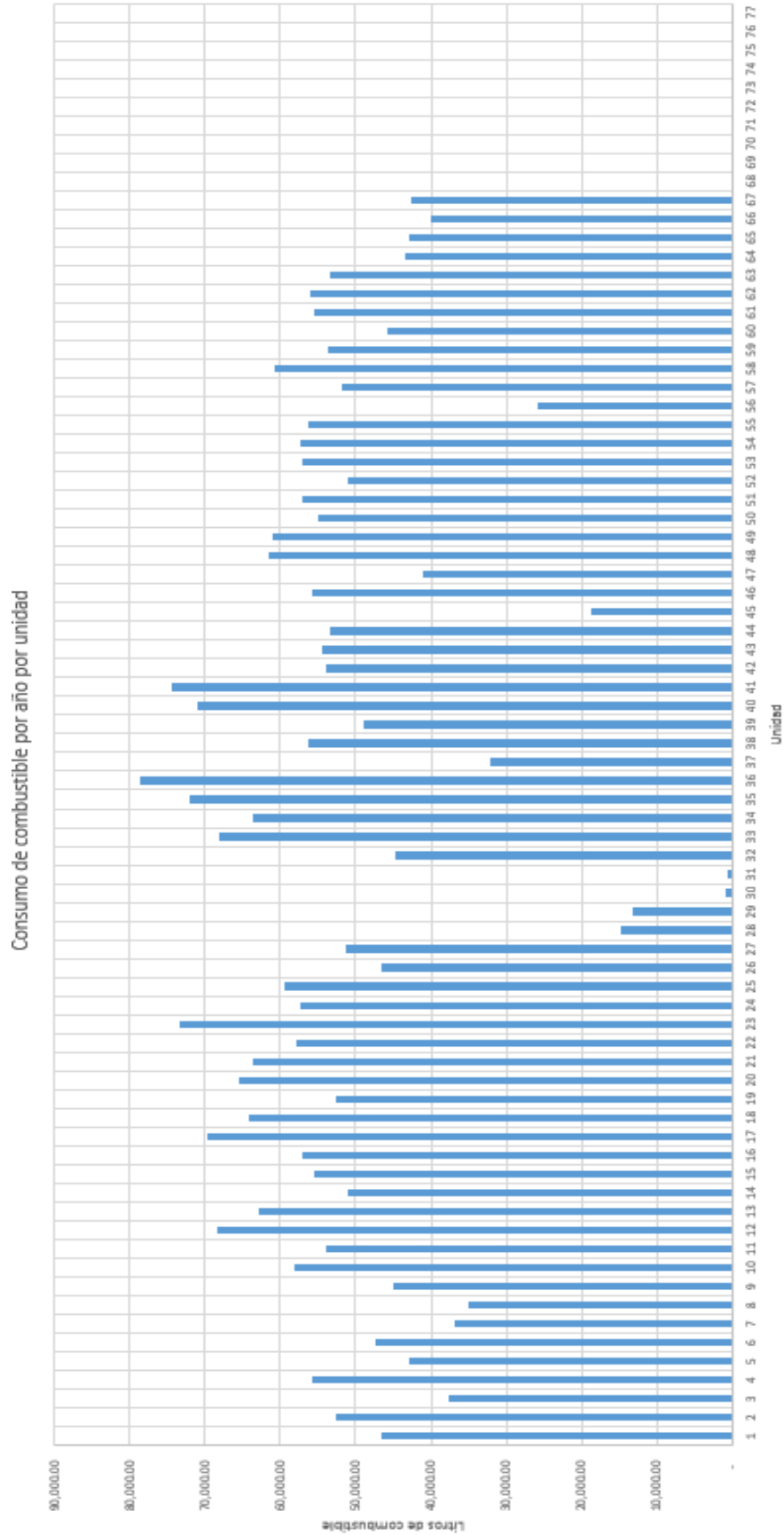
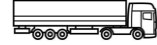


Figura 3.8 Consumo de combustible anual por unidad (litros/año)

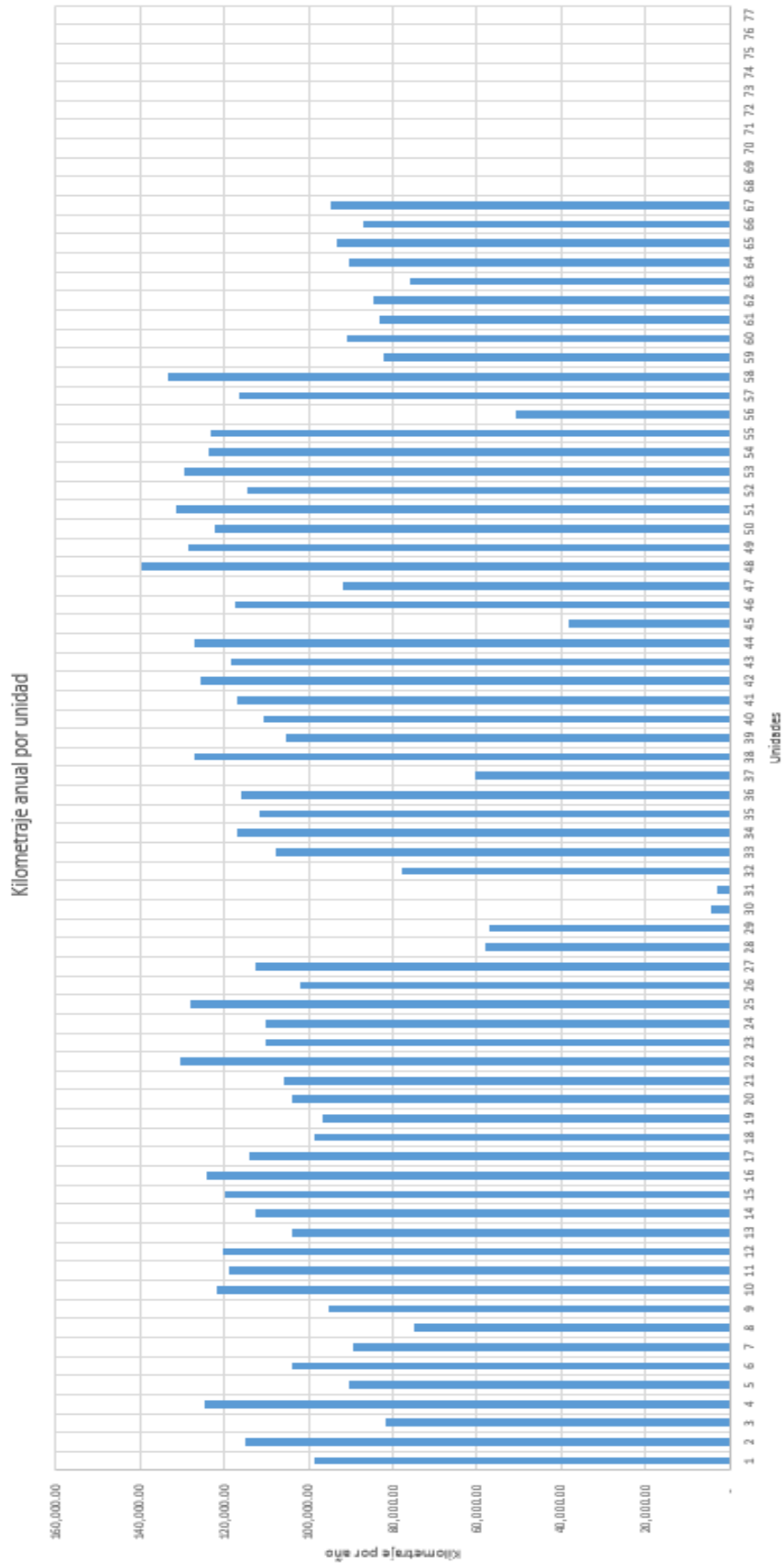


Figura 3.9 Kilometraje anual por unidad (litros/año)

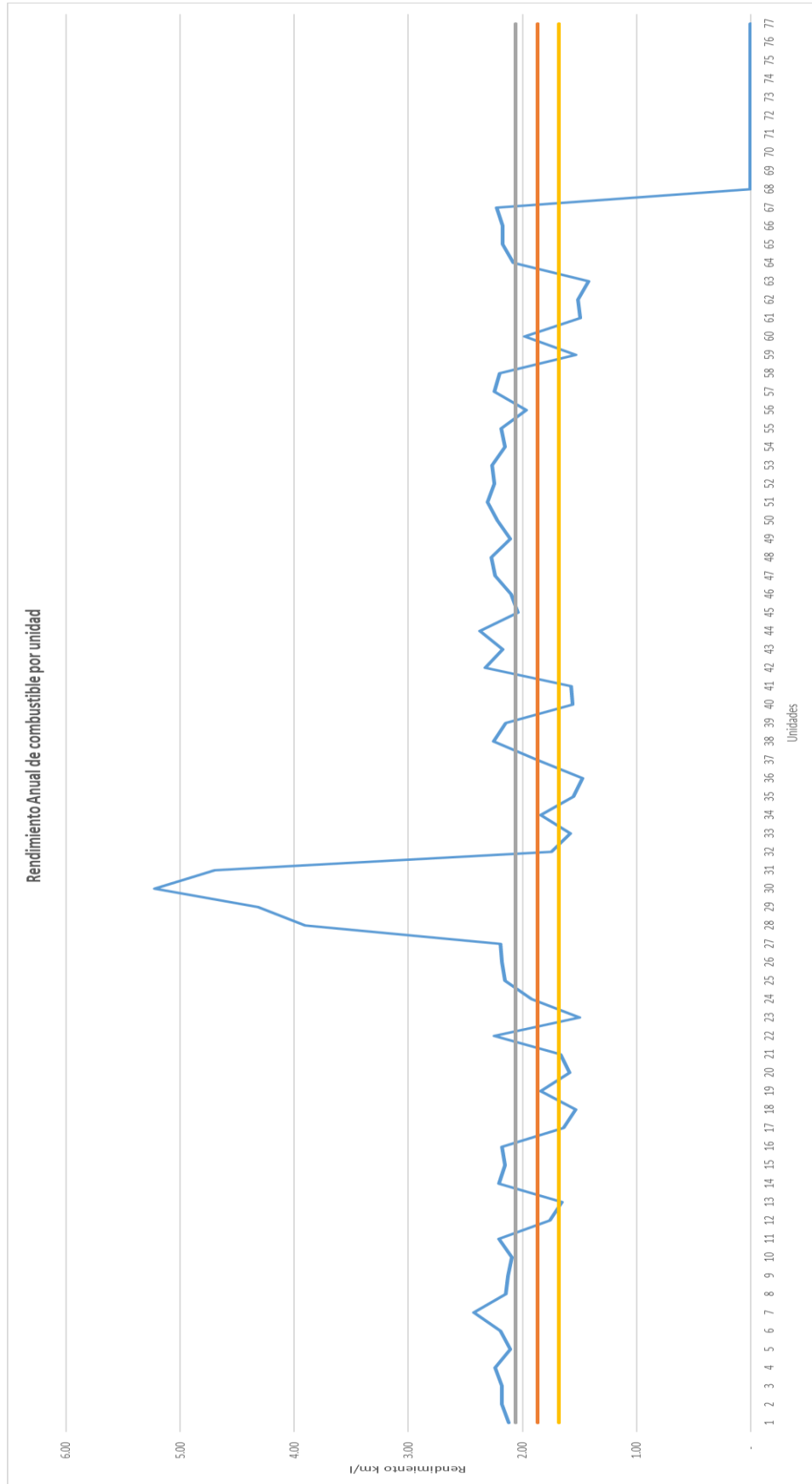


Figura 3.10 Rendimiento anual de combustible por unidad



### Emisiones de CO<sub>2</sub>

Un litro de diésel produce 2.7kg de CO<sub>2</sub>, con los datos del consumo de combustible multiplicado por el factor de 2.7 se obtuvo la gráfica de emisiones de CO<sub>2</sub> anualmente por cada unidad mostrada en la figura 3.11, la flota emite un total anual de 9,213,328 kg de CO<sub>2</sub>

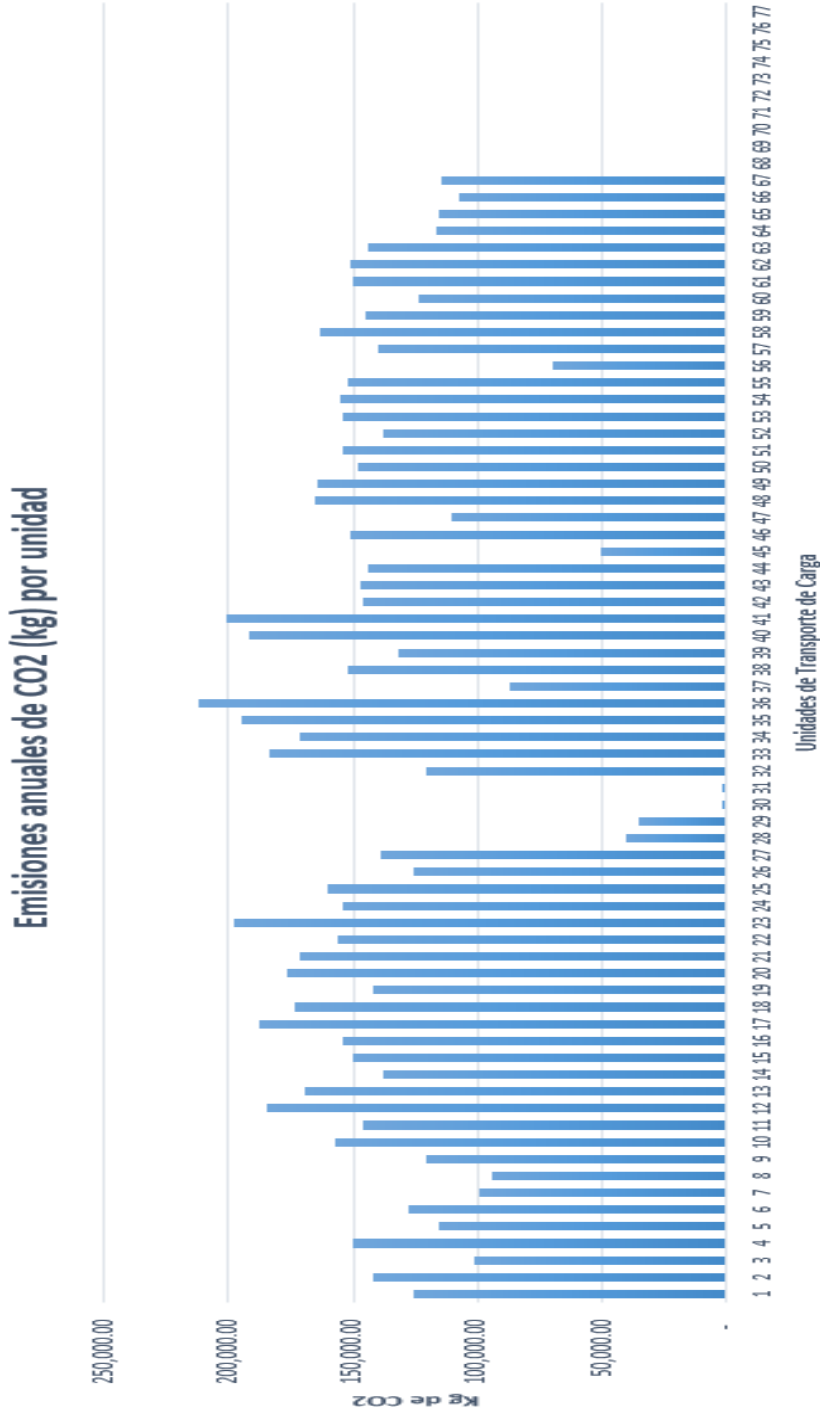
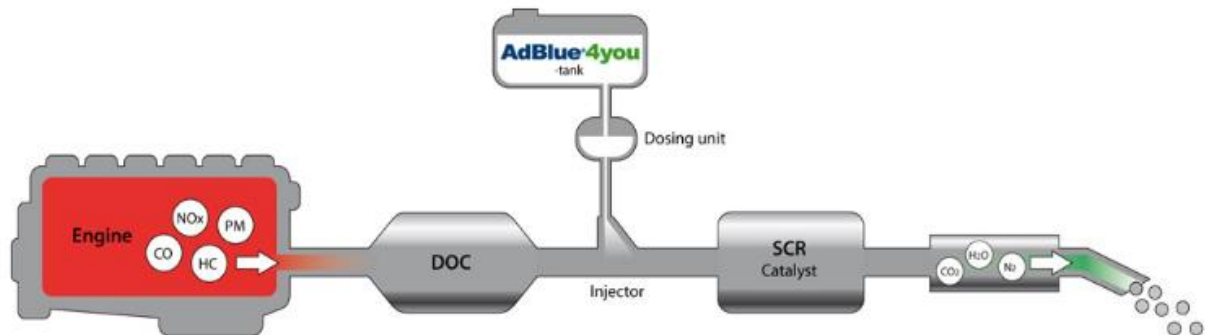


Figura 3.11 Emisiones de CO<sub>2</sub> al año por unidad.

Uno de los mayores problemas de los vehículos que funcionan con diésel es que emiten óxidos de nitrógeno (NOx) y partículas, los cuales son nocivos para nuestra salud.

Las unidades de la flota están equipadas con sistema SCR para control de emisiones. El sistema SCR, o de reducción catalítica selectiva, es un medio de conversión de los óxidos de nitrógeno (NOx) en agua y nitrógeno (sin los óxidos).



**Figura 3.12 Sistema SCR**

Como se muestra en el diagrama, la solución AdBlue® (32.5 % de UREA + 67.5 % de agua pura) se inyecta en el catalizador SCR, donde se produce una reacción que transforma el NOx en H<sub>2</sub>O y N<sub>2</sub>.

En el catalizador SCR se suceden una serie de reacciones. El líquido AdBlue se inyecta y, al reaccionar con los elementos del catalizador y las partículas de NOx, se produce una reducción del 90 % del NOx que llega al conducto de escape. Tras esta reacción, solo se emiten nitrógeno, agua y dióxido de carbono (N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y algo de CO<sub>2</sub>).

Para que el sistema SCR funcione correctamente, el diésel que se utilice en las unidades debe ser de ultra bajo azufre (UBA), cuyo valor es de entre 10 y 15 PPM.

En México el diésel que se produce tiene 300 PPM de Azufre, en la NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005 “Especificaciones de los combustibles fósiles para protección ambiental”, se especificaba que para el año 2009 el diésel debería tener un contenido de 15 PPM, sin embargo, esto no ha sucedido a la fecha.

El 30 de octubre de 2015, la Comisión Reguladora de Energía (CRE) emitió la Norma de emergencia NOM-EM-005-CRE-2015, “Especificaciones de calidad de los petrolíferos”, la cual establece los rangos y características de calidad de diversos combustibles como las gasolinas, diésel, turbosina, combustóleo y Gas Licuado de Petróleo, entre otros. La cual sustituye a la NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005 “Especificaciones de los combustibles fósiles para protección ambiental”.



Dicha norma establece para el caso del diésel lo siguiente:

**“Diésel:** A partir del 1º de diciembre de 2015, se suministra diésel Ultra Bajo Azufre (UBA), esto es, con un contenido de 15 partes por millón (ppm) de azufre, a 11 corredores carreteros que conforman 10,000 km de carreteras en todo el país y los Municipios adyacentes a esas vías de comunicación. Esta medida busca reducir sustancialmente la emisión de óxidos de azufre (SOx) y, partículas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> a la atmósfera, relacionados a afecciones respiratorias y cardíacas.”

La Comisión Reguladora de Energía está actualmente en proceso de elaboración de la NOM-016-CRE-2016 “Especificaciones de calidad de los petrolíferos”, misma que tendrá el carácter de definitiva.

Al día de hoy, el diésel que se distribuye en la Zona Metropolitana del Valle de México, Guadalajara y Monterrey aún no cumple con el contenido de azufre establecido por la norma.

El contenido de azufre impacta negativamente en el SCR ya que reduce su tiempo de vida útil, es importante mencionar, que la instalación del sistema SCR afecta el rendimiento de la unidad. Sin embargo, con el uso de este sistema los fabricantes de tractocamiones han logrado un equilibrio entre el control de las emisiones de CO<sub>2</sub> y el rendimiento de las unidades.

## **Análisis del mantenimiento de la flota de la flota vehicular**

### **Costo de operación**

Durante el año 2018 la empresa gastó \$4,120,097.36 MXN en el mantenimiento de las unidades, un costo bastante bajo en comparación con el costo de combustible, el cual fue de \$71,317,988 MXN para el mismo año. Este bajo costo de mantenimiento es consecuencia de una flota vehicular joven que hasta la fecha ha tenido pocas intervenciones mecánicas.

Es importante mencionar que la empresa tiene un esquema de arrendamiento con Kenworth que le permite renovar su parque vehicular cada 5 años y reducir los costos de mantenimiento.

### **Proceso de mantenimiento**

La empresa cuenta con un taller in house de Kenworth ubicado en su sucursal de Ixtapaluca y están por construir un taller en su sucursal de Cd. Hidalgo. En cada una de sus sucursales, Ixtapaluca y Cd. Hidalgo, cuentan también con un almacén de refacciones y generalmente el personal encargado del mantenimiento utilizan refacciones originales en las operaciones de mantenimiento.

El taller “in house” de Kenworth es utilizado para realizar el mantenimiento preventivo de las unidades.

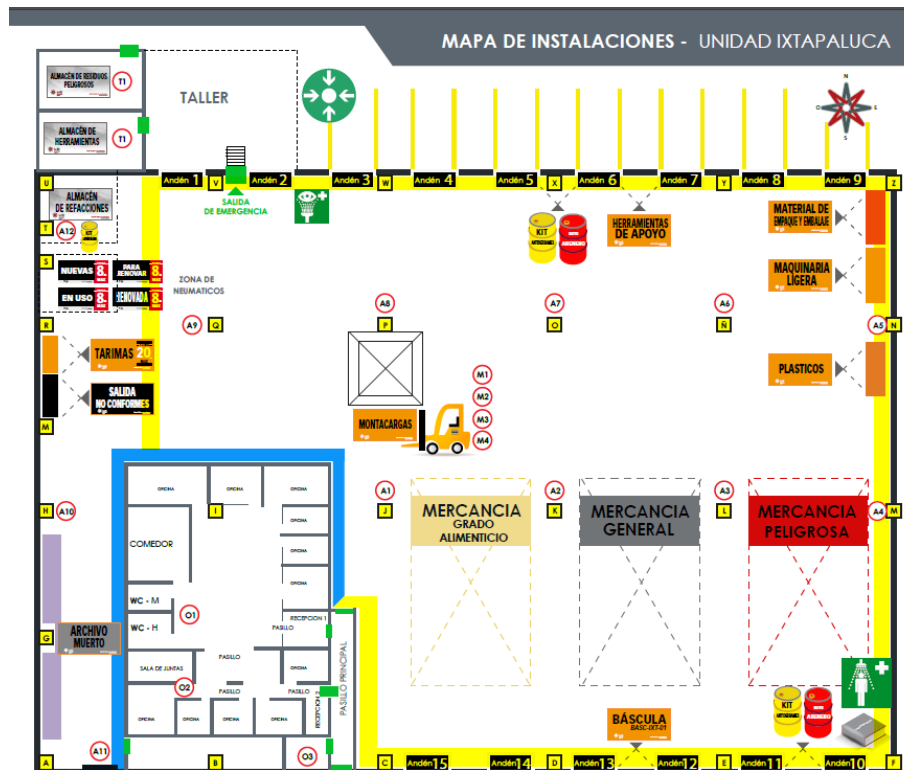


Figura 3.13 Croquis del taller en Ixtapaluca

El taller cuenta con la herramienta adecuada, Se tiene un programa de mantenimiento para las unidades de acuerdo con el tipo, para unidades quinta rueda el intervalo es de 28,000 km, para unidades de arrastre son cada 7 meses.

Antes de someter a mantenimiento alguna unidad, se realiza una Inspección IPK (Inspección Profesional Kenworth) para unidades 5ta rueda basada en el manual del fabricante y también la lista de comprobación del CFV (Control Físico Vehicular).

El IPK consiste en una revisión visual de la unidad al momento de ingresar al taller de servicio, con el fin de detectar todos aquellos detalles que puedan ocasionar que la unidad no llegue a su destino.

La inspección incluye revisiones:

- Al sistema de Aire Acondicionado
- Relacionadas con el mantenimiento de la unidad, como bandas, lubricación, etc.
- Al sistema eléctrico
- Relacionadas con el desempeño mecánico como, aire, anticongelante, postenfriador, escape, afinación, frenos, transmisión, embragues y ejes.
- Varias, como limpia parabrisas, cristales, reflectores, defensas, quinta rueda, etc.





También se consideran los reportes del operador, y el software “insite” con el que cuentan algunas unidades para detectar códigos de falla.

Además, se cumple con las verificaciones físico-mecánicas y de emisiones contaminantes propuestas por la SCT las cuales son obligatorias

#### Mantenimiento preventivo

Se tienen establecidos períodos de mantenimiento preventivo por cada 15000 km que recorre cada tractocamión, basado en la recomendación del fabricante. Estos períodos de mantenimiento se aplican a todas las unidades sin importar marca, antigüedad y recorrido. Se revisa visualmente el estado físico de la unidad, con mínimos cambios en sus partes, cambios de aceite, de filtros tanto de aceite como de combustible, inspección de filtros de aire, bandas, mangueras, sistema eléctrico, suspensión, y fugas de agua, aire, aceite y combustible, además de lavado y engrase de la unidad. Se mide la presión de las llantas se inspeccionan los ejes, pernos y la suspensión.

#### Mantenimiento correctivo

Este mantenimiento se realiza aproximadamente a los 270,000 km. o en el caso de que el operador de la unidad reporte una falla importante, se pasa al taller para su revisión. Las actividades de mantenimiento correctivo comprenden, en general, afinación y ajuste del motor.

De manera general se puede decir que, en la medida en que las unidades son de poca edad, el mantenimiento correctivo es casi inexistente.

La empresa ha implementado diferentes programas para el análisis de la información y control del rendimiento de combustible, entre ellos, “Power spec”, “Insite cummins”, “Davie 04” para motores Paccarmx.

Además del uso de telemetría para proporcionar retroalimentación al operador en la conducción.

Es importante mencionar que solo 10 unidades cuentan con equipo de telemetría, por lo que se recomienda implementar los sistemas de telemetría en todos los vehículos para que las fallas sean detectadas y enviadas en tiempo real al área de mantenimiento, y el equipo encargado de realizarlo, pueda preparar las refacciones y al personal técnico y de esta manera evitar o reducir tiempos muertos del vehículo en el taller.



### 3.3 Formulación de propuesta técnica con impacto energético

Existen factores externos e internos que afectan al consumo de combustible del vehículo:

#### Factores Externos

- El tipo de carretera o la orografía del camino
- Factores meteorológicos como: clima, viento, altura sobre el nivel del mar, temperatura (baja o alta), etc.
- Sobrecarga de los vehículos
- Falta de mantenimiento
- Tráfico Intenso

#### Factores Internos

- Alta velocidad de las unidades
- Abuso del vehículo (sobre revolución del motor)
- Falta de capacitación del operador
- Mala actitud del operador
- Estrés en la actividad
- Malas prácticas en el arranque y paro de la unidad
- Periodo de calentamiento del motor
- Cortesía en el manejo.
- Presión de los neumáticos

Es necesario poner atención en los factores internos, ya que es donde realmente se puede tomar acciones para reducir el consumo de combustible.

Se propone implementar un programa de capacitación de instructores de operadores, para que apliquen técnicas modernas de manejo.

La denominada "Conducción Técnico-Económica" es un curso teórico práctico que tiene como finalidad demostrar que se puede reducir el consumo de combustible, logrando ahorros del 5 al 35 por ciento.



## Conducción Técnico-Económica

Consiste en mejorar la operación de un vehículo destinado al autotransporte de carga a través del conocimiento y aplicación de técnicas de manejo, esta forma de conducir contempla una serie de nuevas técnicas que, sumadas a un cambio de actitud del conductor, logran importantes ahorros de combustible y reducción de emisiones al medio ambiente, así como una mejora en la seguridad.

Los beneficios que se logran con la implementación de esta técnica son:

- Ahorro de energía.
- Reducción de emisiones contaminantes.
- Mejora de la productividad en las empresas de transporte.
- Mejora del confort y disminución del estrés en la conducción.
- Reducción del riesgo y gravedad de los accidentes.
- Reducción de los costos de mantenimiento.

Se ha comprobado que con la implementación de esta técnica se logran ahorros de al menos 8% en el consumo de combustible.

## Caracterización del vehículo

Para comprender correctamente los conceptos asociados a la “Conducción técnico-económica”, es imprescindible conocer el tipo de tren motriz que se tiene y las características del motor. Cuanto mejor conocimiento se tenga del vehículo, mejor utilización se hará del mismo.

Conocer las características de potencia y torque del motor es importante para determinar los rangos de operación del vehículo a conducir.

Las dos características que mejor describen las prestaciones de un motor de combustión interna de un vehículo son sus curvas de potencia y de par motor.

Las cuales están ligadas a los conceptos de torque y potencia.

**Torque o par motor:** se define como la fuerza multiplicada por un brazo de palanca y que provoca un movimiento de rotación. El torque es la medida de fuerza del giro producido por el motor; a la vez que permite mover la carga, proporciona al motor la capacidad para subir pendientes

El torque máximo, es un dato que generalmente es proporcionado por los fabricantes, y es la máxima fuerza de giro que puede proporcionar el motor bajo ciertas condiciones.

Más torque a bajas revoluciones significa subir fácilmente pendientes con menos cambios de velocidades.



**Potencia:** es la cantidad de trabajo realizado en un tiempo determinado que puede realizar un motor y se mide en Watts o en HP

La potencia se incrementa a medida que se incrementan las revoluciones por minuto del motor (rpm).

Cuanta más potencia tenga un motor, más trabajo podrá realizar en el mismo tiempo. Con un motor más potente, un camión puede acelerar un vehículo más deprisa, subir una pendiente a más velocidad y remolcar cargas más pesadas.

La potencia tiene un límite denominado potencia máxima, la cual se obtiene a altas revoluciones del motor y por otro lado el torque máximo a revoluciones medias o bajas. Por esta razón es importante distinguir adecuadamente estos dos conceptos a fin de interpretarlos en la operación

En un motor que funciona a potencia máxima (régimen de revoluciones del motor alto y acelerador a fondo), el consumo es muy elevado. Se debe tener en cuenta que en circunstancias normales de operación, no se requiere el desarrollo de altas potencias.

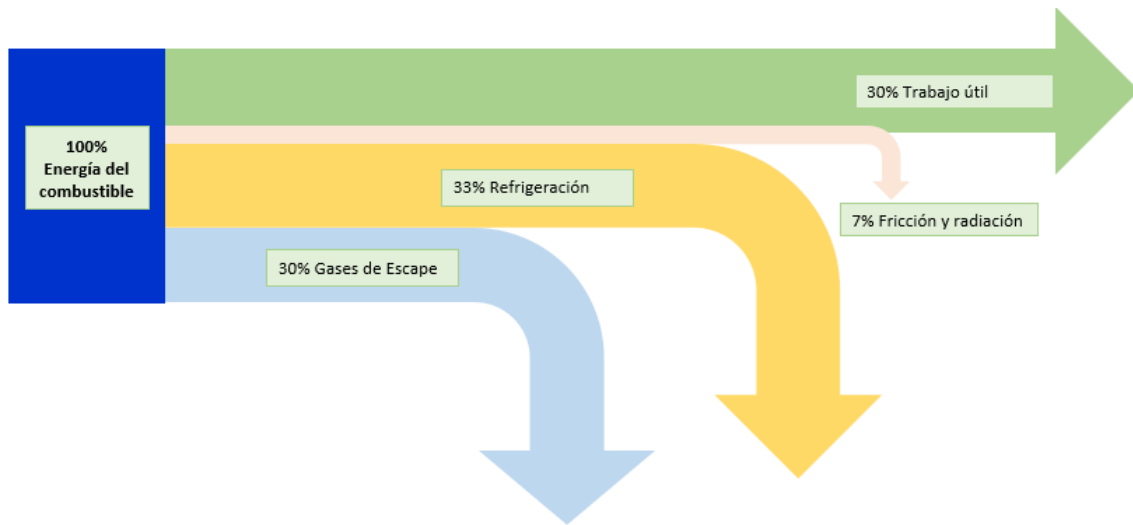
Adicionalmente a lo anterior, es necesario conocer la tecnología del elemento más importante con el que tendrá que interactuar el operador, el motor de su vehículo, el funcionamiento de éste tiene como objetivo primordial el de transformar la energía que contiene el diésel en energía mecánica que permitirá mover el vehículo.

Lamentablemente no toda la energía que contiene el diésel es transformada al 100% en energía mecánica que permitirá el movimiento del vehículo, en los motores diésel la eficiencia máxima es del 40% en comparación del 30% que ofrecen los vehículos a gasolina por tal motivo es indispensable conocer las características del motor del tractocamión.

En la figura 3.14 se puede observar el diagrama de Sankey del motor Diesel, en algunos motores, las pérdidas de calor de los gases de escape se recuperan en parte, utilizándolos con fines de calefacción.

En el caso del sistema de refrigeración, se deben mantener las temperaturas adecuadas o indicadas en el manual del motor, para evitar el aumento de las pérdidas por refrigeración.

Manteniendo el motor diésel dentro de las indicaciones de ajuste o condiciones mecánicas establecidas por el fabricante y controlando continuamente las propiedades del aceite lubricante, se evitará el aumento de las pérdidas por fricción.



**Figura 3.14 Diagrama de Sankey del motor diésel**

<sup>4</sup><https://docplayer.es/72656794-Universidad-mayor-de-san-andres-facultad-de-tecnologia-carrera-de-mecanica-industrial.html>

## Curvas características del motor

Las curvas características del motor permiten conocer el comportamiento de éste, bajo diferentes condiciones de operación. Para la conducción técnica es necesario conocer e interpretar estas curvas y también la información que contienen las fichas técnicas, las cuales son proporcionadas por el fabricante.

La energía desarrollada por un motor de combustión interna produce sobre los pistones una fuerza que se transmite a las bielas y al cigüeñal. El movimiento alternativo de los pistones se transforma así en un movimiento de rotación, el cual se transmite a la caja de velocidades, al diferencial (si lo tiene) y a las llantas, provocando el par torsional.

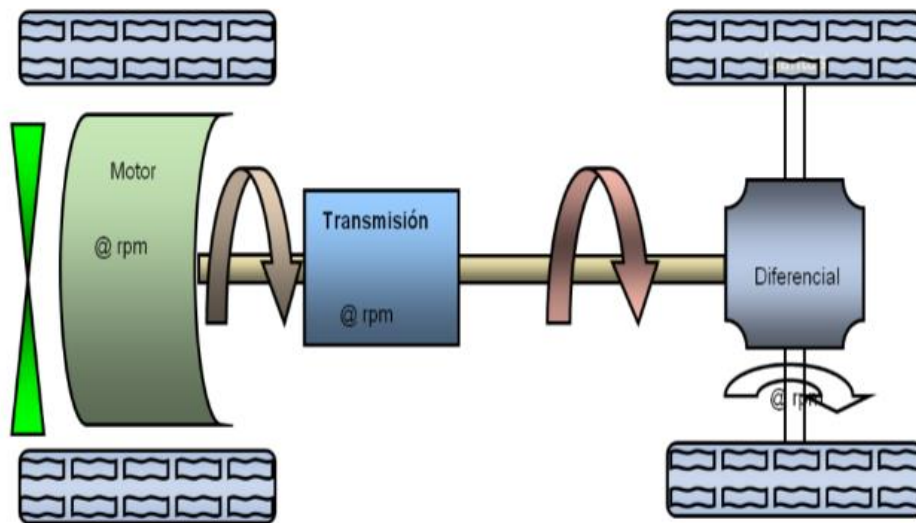


Figura 3.15 Esquema de la transmisión de movimiento

Es importante que el conductor conozca los rangos de operación del vehículo a operar, los rangos o intervalos de revoluciones en las que obtienen el torque máximo, la potencia máxima, y el consumo específico de combustible.

Los valores límite de revoluciones que definen estos rangos, varían de un vehículo a otro y son normalmente facilitados por el fabricante en la documentación técnica del vehículo, y en caso de no disponerse de los mismos, se recomienda solicitarlos al fabricante.

Existe una zona, en donde se encuentra el mínimo consumo de combustible que proporciona el menor valor de consumo específico (en g/HPh), es decir el mejor rendimiento del motor. El consumo específico de combustible multiplicado por el poder calorífico del combustible da como resultado el recíproco de la eficiencia térmica del motor.

Por lo tanto, la zona de consumo mínimo de combustible corresponde a la zona de máxima eficiencia térmica del motor y esto depende de cada motor.

La zona de consumos específicos mínimos está situada normalmente en regímenes ligeramente inferiores al de par máximo o en la zona más baja del mismo, y con acelerador bastante apretado, aunque no a fondo (en torno a las 3/4 partes de su recorrido).

El régimen de consumo mínimo baja cuando el acelerador está menos apretado.

Por lo tanto, mantener el motor en condiciones de trabajo cercanas a las de menor consumo específico proporciona menores consumos para una misma cantidad de energía producida.

En estas condiciones el motor aprovechará mejor el combustible por lo que el vehículo consumirá menos haciendo el mismo trabajo.

Normalmente, esta zona corresponde con la parte inferior de la zona verde del tacómetro.

Conociendo las curvas características del motor, para la entrega de una determinada potencia, se podrá saber en qué rangos de revoluciones y porcentaje de carga del acelerador, el motor consume menos.

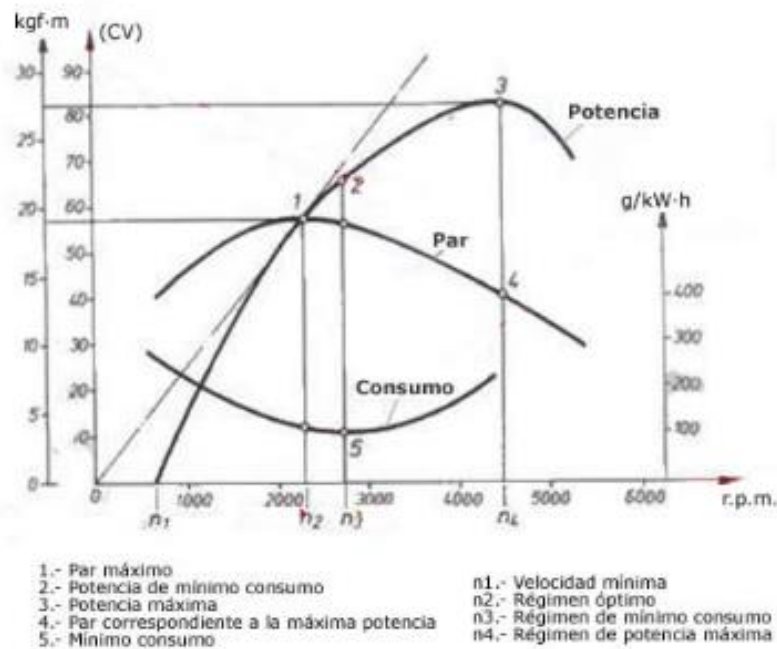


Figura 3.16 Curvas características del motor



En nuestro caso, tenemos un motor Caterpillar 3406<sup>3</sup>, cuyas curvas características se muestran en la figura 3.17.

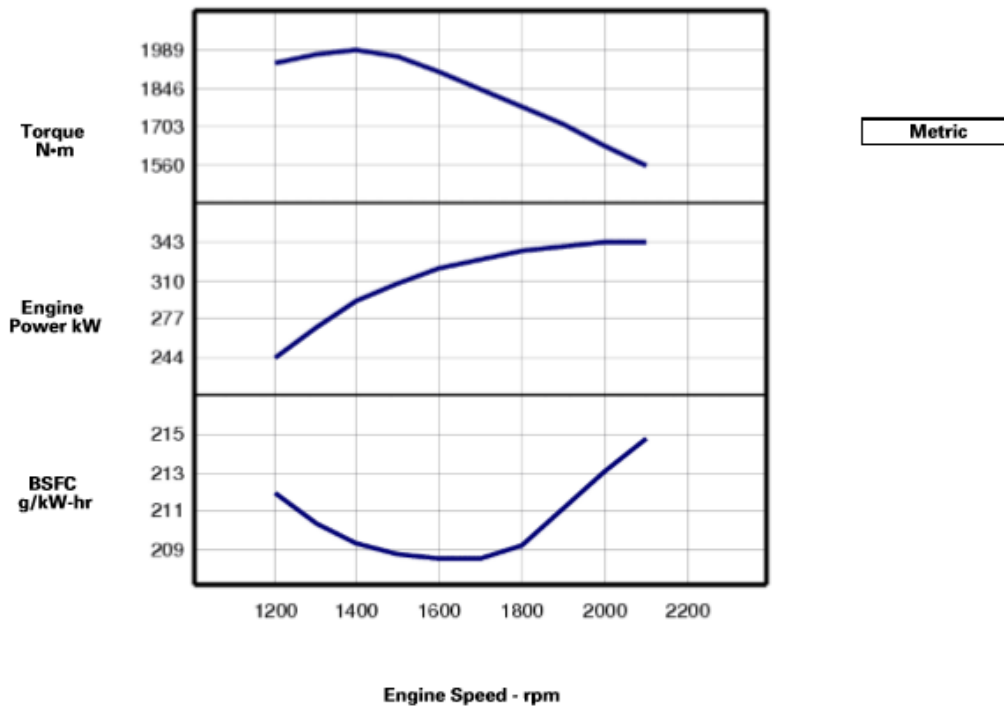


Figura 3.17 Curvas características del motor Caterpillar 3406

De la hoja de especificaciones obtenemos los datos mostrados en la figura 3.18

| Engine Speed rpm | Engine Power kW | Torque N·m | BSFC g/kW-hr | Fuel Rate L/hr |
|------------------|-----------------|------------|--------------|----------------|
| 2100             | 343             | 1560       | 214.8        | 87.8           |
| 2000             | 343             | 1635       | 213.1        | 86.9           |
| 1900             | 340             | 1709       | 211.1        | 85.3           |
| 1800             | 335             | 1778       | 209.2        | 83.4           |
| 1700             | 328             | 1844       | 208.5        | 81.4           |
| 1600             | 320             | 1911       | 208.5        | 79.3           |
| 1500             | 308             | 1962       | 208.8        | 76.5           |
| 1400             | 292             | 1989       | 209.3        | 72.6           |
| 1300             | 269             | 1975       | 210.3        | 67.6           |
| 1200             | 244             | 1941       | 211.9        | 61.6           |

Figura 3.18 Datos del motor Caterpillar 3406

<sup>3</sup> www.cat-industrial.com





Adicionalmente se requiere contar con los valores del poder calorífico del combustible, así como su densidad, los cuales se muestran en la figura 3.19

| Datos                            |           |                   |
|----------------------------------|-----------|-------------------|
| Galón (1)                        | 3.78      | litros            |
| Densidad diesel                  | 830       | kg/m <sup>3</sup> |
| Poder calorífico del combustible | 45279.058 | Kj/kg             |
| PCA Diesel                       | 5975      | Mj/bl             |
| Barril (1)                       | 158.9873  | litros            |
| PCA Diesel                       | 37581.618 | KJ/litro          |
| BHP (1)                          | 0.746     | KJ/s              |

**Figura 3.19 Datos del combustible**

Con estos datos obtenemos los valores de la eficiencia para cada valor de RPM, como se muestra en la tabla 3.5.

**Tabla 3.5 Valores de eficiencia**

| RPM  | Kw/gr/hr   | Eficiencia |
|------|------------|------------|
| 2100 | 0.00465549 | 0.37014411 |
| 2000 | 0.00469263 | 0.37309692 |
| 1900 | 0.00473709 | 0.37663171 |
| 1800 | 0.00478011 | 0.38005236 |
| 1700 | 0.00479616 | 0.38132832 |
| 1600 | 0.00479616 | 0.38132832 |
| 1500 | 0.00478927 | 0.38078043 |
| 1400 | 0.00477783 | 0.37987078 |
| 1300 | 0.00475511 | 0.37806445 |
| 1200 | 0.00471921 | 0.37520979 |

Con estos valores se obtiene la gráfica de eficiencia del motor, mostrada en la figura 3.20

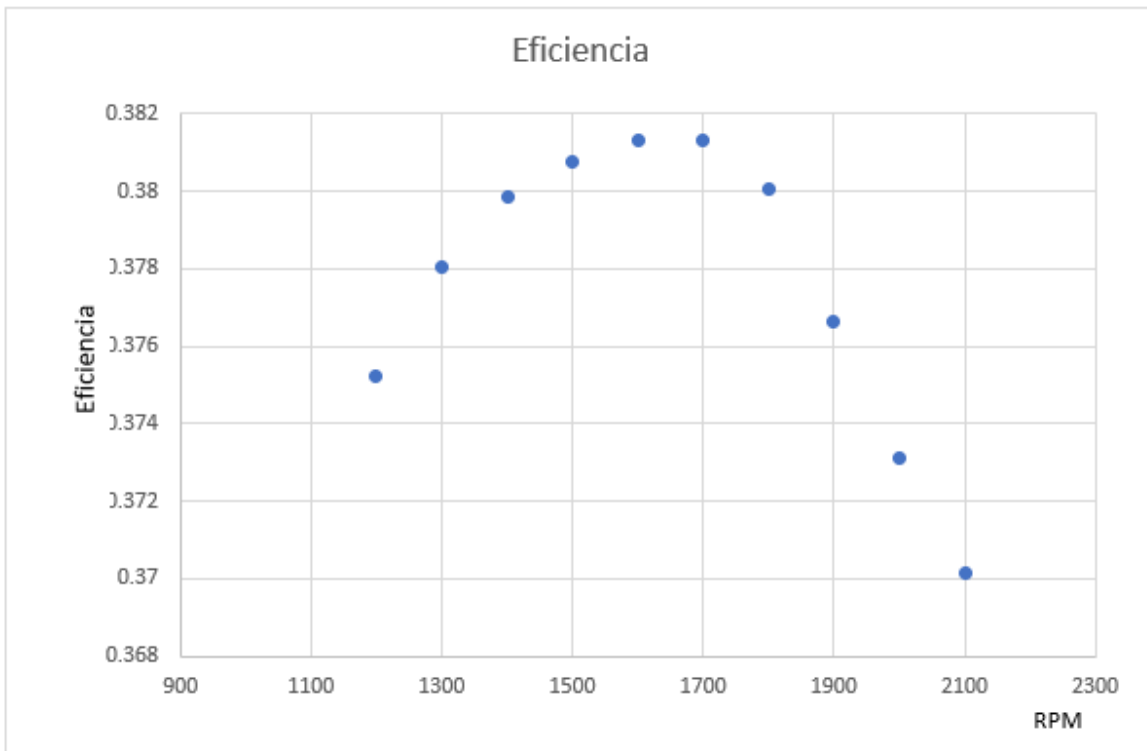


Figura 3.20 Gráfica de eficiencia del motor Caterpillar 3406

Al graficar el BSFC (Brake Specific Fuel Consumption) contra los RPMs obtendremos la gráfica mostrada en la figura 3.22, que muestra el mínimo consumo de combustible el cual proporciona el menor valor de consumo específico de combustible.

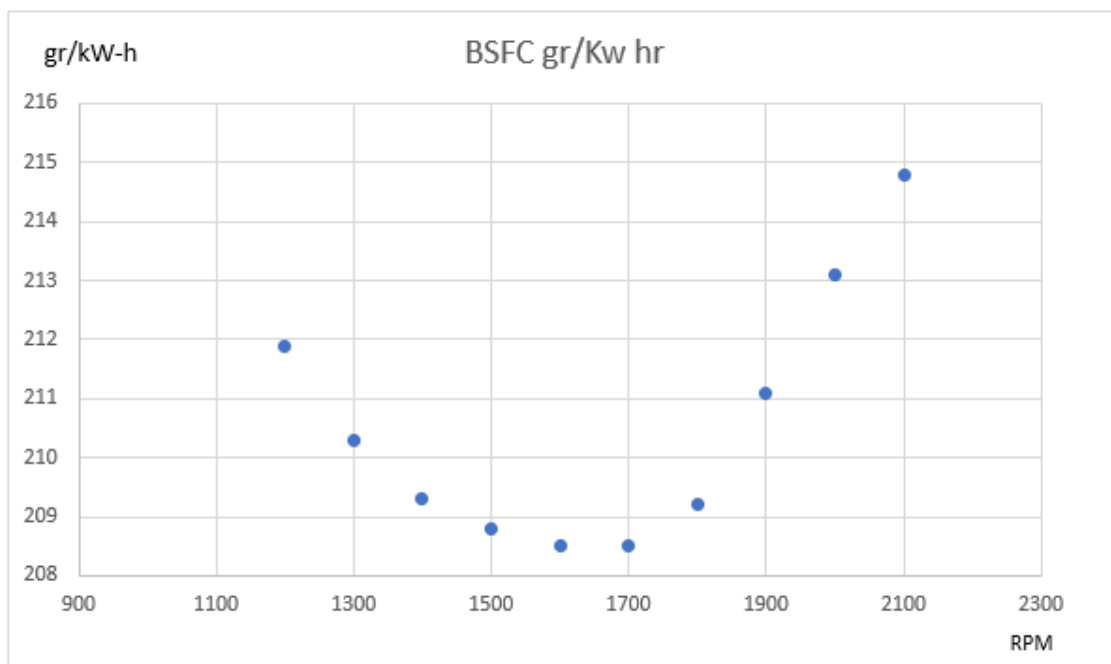


Figura 3.21 Gráfica del BSFC del motor Caterpillar 3406



Al sobreponer ambas gráficas, se puede observar que la zona que tiene la mayor eficiencia y en menor consumo de combustible se encuentra entre 1500 y 1700 RPM.

Por lo que, esta será la zona verde en la que deberá conducir el operador.

### **El consumo de energía del vehículo**

El vehículo en su movimiento por la carretera está sometido a condiciones diferentes, como pueden ser:

- Acelerar para iniciar la marcha
- Acelerar para aumentar la velocidad durante el recorrido
- Mantener una velocidad constante baja o alta en plano
- Subir o bajar una pendiente de mayor o menor grado
- Operación en Ralentí

Cada situación exige una velocidad diferente y una determinada fuerza de tracción en las ruedas motrices que se traduce en una potencia diferente solicitada al motor. La fuerza de tracción debe vencer las resistencias de aerodinámica, rodamiento, pendiente e inercia que cada situación determine.

La zona de menor consumo específico de un motor es la que el fabricante indica con el color verde en el tacómetro.

Los mínimos consumos corresponden con las revoluciones del motor de la zona inferior de par máximo o algo menores en motores modernos.

Los vehículos pueden mantener una velocidad, acelerar y subir pendientes, debido a que las ruedas motrices ejercen una fuerza de empuje sobre el eje y en contra del suelo, transmitida por el rozamiento neumático-superficie de rodamiento. Esta es la denominada fuerza de tracción en la rueda.

La fuerza de tracción en rueda vence a una serie de fuerzas que son las que contrarrestan el avance y aceleración del vehículo, conocidas como “fuerzas de resistencia al avance”, y que a continuación se detallan:

- La resistencia aerodinámica
- La resistencia al rodamiento
- La resistencia por pendiente
- La resistencia por inercia

### **Resistencia aerodinámica**

Cuando un vehículo avanza, debe ir desplazando el aire que se le presenta al frente y por otro lado debe ir llenando el hueco que va dejando detrás. Cuanto mayor es la velocidad, mucho mayor es la potencia necesaria para vencer la resistencia aerodinámica.

La resistencia aerodinámica depende del área frontal del vehículo, de la forma del camión y de la densidad del aire y aumenta con el aumento de la velocidad elevado al cuadrado.



## Resistencia al rodamiento

Al rodar un neumático cargado por una superficie dura se deforma. Esto provoca una fuerza que se opone al movimiento de este, llamada resistencia al rodamiento. En vehículos cargados y circulando a bajas velocidades, ésta es la resistencia que más energía requiere para su vencimiento, llegando a suponer hasta un 40% de la fuerza total resistente. Esta fuerza de resistencia es proporcional a la masa del vehículo y depende del tipo y número de neumáticos, aumentando considerablemente cuando el neumático está desinflado por abajo de su valor nominal.

## Resistencia por pendiente

La fuerza de la gravedad tiende a evitar que cualquier cuerpo ascienda y, por lo tanto, cuando sube por una pendiente, es necesario vencer esta fuerza. De la misma manera, cuando se presenta una pendiente descendente, esta misma fuerza favorece el movimiento, tendiendo a acelerar al camión. Esta fuerza depende directamente de la masa total del vehículo y de la inclinación de la pendiente.

Si se trata de un recorrido en pendiente hacia arriba, la inclinación tenderá a detener el vehículo y el motor tendrá que vencerla. Si, al contrario, se trata de una pendiente hacia abajo, la inclinación acelerará el vehículo, esto último es muy importante en la conducción de un vehículo en una montaña, ya que el motor del vehículo puede alcanzar velocidades peligrosas que pueden destruirlo.

## Resistencia por inercia

Si se quiere cambiar la velocidad de un vehículo se debe vencer una fuerza que se opone a este cambio, esta fuerza se denomina fuerza de inercia y depende de la masa del vehículo.

Esta fuerza es muy importante en tránsito urbano y genera un alto nivel de consumo. Se pueden tener valores altos en caso de frenadas repentinas y toda esta energía se disipa en forma de calor al medio ambiente por la fricción de las balatas de los frenos y los neumáticos con el pavimento.

Cuando un vehículo se encuentra en movimiento, lleva asociada una energía que depende del valor de su masa y de su velocidad. El producto de ambas magnitudes es lo que se llama cantidad de movimiento.

Por tanto, los camiones cuando van cargados tienen mayor inercia para una misma velocidad que si van descargados.

Si el vehículo está en movimiento, la tendencia natural del mismo es a seguir avanzando y sólo la actuación de las resistencias al avance o la aplicación de alguno de los frenos pueden reducir al valor de la inercia. Por lo tanto, las variaciones de la inercia de un vehículo pueden ocurrir por dos causas:

- Reduciendo la velocidad mediante la acción de alguno de los sistemas de freno.
- Aumentando la velocidad mediante el motor y su consumo de combustible.



La inercia que arrastra un vehículo en su desplazamiento genera una energía aprovechable de la siguiente forma: si se levanta el pie del pedal acelerador y se deja rodar el vehículo con la marcha engranada, se circulará sin consumir carburante, es decir, con consumo nulo.

Una conducción técnica debe conservar constante la cantidad de movimiento del vehículo, por lo tanto, la única manera de hacerlo es llevar una velocidad constante lo que permite un menor consumo de combustible.

De este principio se deriva una conducción anticipada, sobre todo en ciclo urbano, donde el operador debe prever los semáforos, los embotellamientos y otras dificultades de tráfico.

### **Actitud del operador.**

Las técnicas de la conducción técnico-económica están ligadas al cambio de actitud del conductor ante la acción de conducir un tractocamión o cualquier otro vehículo automotor, con el fin de aplicar correctamente las técnicas aquí descritas.

El cambio de actitud está vinculado a un mayor sentido de responsabilidad que se basa en las siguientes consideraciones:

- Prever situaciones peligrosas en donde los demás conductores pueden hacer algo indebido y causar un accidente
- Conocer las técnicas del manejo a la defensiva y tener la capacidad para elegir la mejor maniobra
- Evitar maniobras arriesgadas, tal y como es la conducción agresiva basada en continuas aceleraciones y frenazos bruscos; este tipo de conducción puede aumentar en un 30% el consumo de combustible y también el riesgo de tener un accidente.

Antes de que el operador se suba a la cabina del tractocamión es necesario hacer una rápida inspección del vehículo a fin de detectar posibles fallas y prever accidentes durante el viaje.

Una inspección básica del vehículo deberá contemplar las siguientes áreas:

- El compartimiento del motor
- El exterior de vehículo
- El interior de la cabina



### **Inspección del compartimento del motor.**

Antes de arrancar el motor, cheque los siguientes puntos en esa secuencia:

**Aceite de motor:** cheque el nivel y la condición del aceite de motor, un bajo nivel puede causar pérdida de lubricación y desgaste prematuro de partes.

**Radiador:** cheque el nivel del refrigerante, un nivel bajo puede causar que la máquina se sobrecaliente reduciendo su eficiencia. Un tapón de radiador defectuoso puede causar la pérdida de refrigerante y sobrecalentamiento.

**Bandas:** cheque la tensión de las bandas. Una banda floja derrapará y se gastará más rápido. Además, las baterías no se cargarán completamente.

**Mangueras:** cheque todas las mangueras y conexiones (abrazaderas) y verifique cualquier indicio de fuga. Las mangueras de refrigerante son siempre la causa de contratiempos, por ello es mejor hacer las reparaciones antes de iniciar el viaje.

**Dirección hidráulica:** cheque el nivel de fluido, por su propia seguridad, esto es esencial para mantener el nivel apropiado de fluido y detectar fugas en el sistema, antes de que se genere un problema.

**Turbo cargador:** si el motor está equipado con turbo cargador, cheque la línea de lubricación del turbo. Esta parte del motor siempre debe tener suficiente aceite, especialmente cuando se sobre revoluciona a 50,000 rpm y a muy altas temperaturas.

Antes de arrancarlo asegúrese que todos los instrumentos de carátula marquen cero.

Ponga la transmisión en neutral y presione el embrague completamente. Además de ser una medida de precaución, esto facilitará el arranque del motor, especialmente cuando está frío y durante la inspección exterior es recomendable dejar operando el motor.

### **Inspección del exterior del vehículo**

**Limpieza:** el parabrisas, los espejos laterales y todas las luces deben ser limpiadas antes de empezar un viaje, tenga un trapo a la mano para esto.

**Tanque de Combustible:** no confíe en el indicador de combustible para tener certeza del nivel de combustible reportado. Antes y durante el viaje, remueva el tapón de combustible y mire el interior del tanque para verificar el nivel de combustible

**Tanques de aire:** el tanque de aire debe ser purgado diariamente para prevenir problemas de circulación de aire, aun cuando se encuentre instalado un secador de aire.



**Baterías:** verifique las terminales de la batería, buscando indicios de corrosión. Para evitar problemas de arranque, las terminales deben estar bien apretadas. El nivel del electrolito también debe estar cerca de un centímetro arriba de las placas.

**Rines y llantas:** verifique la presión de todas las llantas usando un buen medidor. La baja presión incrementa el desgaste de la banda de rodadura y el consumo de combustible, además puede causar sobrecalentamiento. Si su vehículo tiene rines de rayos asegúrese que éstos están firmes de tal manera que los rayos no deslicen sobre el rin. Verifique también que todas las llantas estén libres de ponchaduras y busque objetos (piedras) entre los pares de llantas (yoyos).

**Suspensión:** la suspensión siempre debe ser revisada durante la inspección antes del viaje. Una hoja rota en el sistema de suspensión puede causar problemas, tales como un incremento en la carga en las hojas adyacentes y que puede causar la ruptura de ellas. El resultado final será costos de reparación mayores o lo peor aún, un accidente.

**Dirección:** para checar la dirección, simplemente gire la columna de la dirección y observe si existe juego en las varillas de la dirección, para hacer esto correctamente el motor debe estar encendido.

Ahora es tiempo de ver el motor. Puesto que están funcionando todos los sistemas que tienen presión, es más fácil detectar fugas: en la lubricación, enfriamiento, inyección o sistemas de aire comprimido. Si no existen problemas cierre el cofre y proceda a la inspección a la cabina.

### **Inspección al interior de la cabina**

**Indicadores:** verifique los indicadores de temperatura, presión de aceite, presión de aire y el amperímetro.

**Palancas:** verifique que el limpiaparabrisas y la calefacción estén trabajando bien.

**Frenos:** para verificar fugas grandes en la línea de frenos pise el pedal del freno y observe el medidor de presión de aire. Si el medidor empieza a caer, hay una fuga y debe ser reparada antes de iniciar el viaje.

Suponiendo que no hay fugas, siga la rutina mencionada para asegurar que sus frenos están en buenas condiciones: Aplique el freno de estacionamiento y trate de mover el vehículo hacia adelante.

Aplique los frenos usando la válvula de mano y trate de mover el vehículo hacia adelante. Libere los frenos y mueva el vehículo hacia adelante aproximadamente 3 o 4 metros. Aplique los frenos de servicio y pruebe su respuesta

**Confort en el manejo:** tome el tiempo necesario para ajustar su asiento, de tal manera que pueda operar los pedales de manera confortable mientras mantiene un buen soporte en la espalda.



Aproveche la flexibilidad del asiento y su capacidad para absorber vibraciones. Los dolores de espalda siempre son el resultado de un ajuste pobre del asiento y pocas veces de la calidad del asiento mismo.

**Circulación de aire:** verifique que su cabina tenga una buena circulación de aire. Una circulación pobre tiene serias consecuencias incluyendo que el parabrisas se nuble reduciendo la visibilidad en días fríos o lluviosos, también puede provocar: dolores de cabeza, aturdimiento, visión borrosa y zumbidos en los oídos. Mantenga las ventanillas ligeramente abiertas, de tal manera que el aire pueda circular a través de la cabina.

**Seguridad en la cabina:** es frecuente que los operadores se resbalen y lastimen cuando suben o bajen de la cabina. Una de las principales razones es que los escalones están siempre cubiertos de lodo o tienen residuos de aceite y grasa; para evitar esto: mantenga los escalones limpios.

Asegúrese que su vehículo tenga pasamanos para ayudarlo a bajar o subir de la cabina. Siempre mire hacia la cabina al subir o bajar. Tenga 3 puntos de contacto (por ejemplo: 2 pies y una mano o 2 manos y un pie) que deben estar en contacto con la cabina todo el tiempo.

## Control y conducción del vehículo

**Llantas:** El usar llantas correctas en su vehículo es muy importante. Las llantas proveen la tracción y, por lo tanto, juegan un papel crucial en el frenado seguro del vehículo. Ellas cargan el peso total del vehículo, absorben los impactos del camino y representan el paso final en la conversión de la energía del combustible en movimiento del vehículo.

Es necesario escoger las más eficientes para ahorrar combustible en su vehículo

**Llantas radiales** Son las más avanzadas y las más populares. Las capas están dispuestas en forma radial, esto es, paralelas las unas a las otras, en un ángulo de 90 grados a la circunferencia de la llanta.

Los cinturones de soporte son colocados sobre las capas a lo largo de la periferia de la llanta. Estos cinturones de soporte pueden ser fabricados de acero (como en las llantas radiales con cinturones de acero).

Las llantas radiales son la opción más común, tienen menor resistencia al rodamiento que otros tipos de llantas y, por lo tanto, mejoran el rendimiento de combustible, la maniobrabilidad del vehículo y el diseño de la banda de rodamiento; debido a la construcción radial, ofrecen mejor comportamiento bajo condiciones adversas de manejo.

**Llantas convencionales y llantas con cinturón** Aún están disponibles. Se deben tomar precauciones para no mezclar llantas de diferentes tipos de construcción. Debido a la gran diferencia de comportamiento entre radiales y otros tipos de construcción, colocar dos tipos diferentes de llantas en el mismo extremo del vehículo puede ser peligroso.





**Llantas radiales ahorradoras de combustible** Están diseñadas para ser infladas considerablemente más que las llantas radiales comunes. Este incremento de presión hace a la llanta más dura y por lo tanto reduce la resistencia al rodamiento y el consumo de combustible.

Muchos vehículos nuevos son equipados con este nuevo tipo de llanta (como equipo de serie) que le ahorran combustible.

**Llantas radiales para toda temporada.** Ofrecen lo último en tecnología en llantas. Son diseñadas para comportarse adecuadamente bajo todas las condiciones de manejo y son generalmente del tipo ahorradoras de combustible.

Las llantas radiales para toda temporada son una buena inversión para mucha gente, porque no es necesario cambiarlas en invierno o en verano. Sin embargo, debido a que el diseño del piso de las llantas radiales para toda temporada es una combinación entre un diseño para verano y para invierno, el comportamiento bajo condiciones adversas de manejo será ligeramente más pobre que aquellas llantas diseñadas para esas condiciones.

### **Presión de inflado**

Los neumáticos son diseñados y contruidos con gran cuidado para proveer de miles de kilómetros de excelente servicio. Pero para obtener un máximo beneficio de ellos, se debe tener un buen mantenimiento de estos.

Los factores más importantes en el cuidado de estos son:

- Una adecuada presión de inflado
- Carga adecuada del vehículo
- Inspección oportuna
- Buenos hábitos de manejo
- Condiciones del vehículo Beneficios de un buen inflado.

Con una presión adecuada, las llantas duran más, ahorran combustible y ayudan a prevenir accidentes. La “presión adecuada” de aire es la especificada por el fabricante del vehículo.

La presión de aire correcta se muestra en la placa de llanta (o estampa) ubicada en un costado de la puerta, en el poste de ésta.

Si el vehículo no cuenta con esta placa, consulte el manual de usuario o contacte al distribuidor o fabricante de llantas. La placa anterior muestra la carga máxima del vehículo, las presiones de inflado en frío y el tamaño de llanta recomendado por el fabricante.

Se debe checar la presión de inflado de los neumáticos (incluyendo la llanta de refacción) por lo menos una vez al mes y antes de cualquier recorrido largo.



Las llantas deben de ser revisadas cuando estén frías; esto es cuando hayan recorrido menos de 1 kilómetro. Si tiene que manejar por más de 1 km para cargar aire, antes de salir, mida la presión de inflado en frío de cada llanta y registre lo desinflado acumulado de cada llanta.

### **Control del motor.**

La realización de un mantenimiento adecuado al motor del vehículo tiene una gran repercusión en su consumo de combustible.

### **Sistema de lubricación**

La lubricación del motor es uno de los factores más importantes para lograr el buen funcionamiento y la mayor duración del mismo. La lubricación tiene como objetivo, formar una película de aceite lubricante entre las piezas móviles del motor, con el fin de reducir su rozamiento y su temperatura.

Las partículas metálicas causadas por el desgaste, los residuos y el agua generada en la combustión, son agentes muy peligrosos para el motor, que se deben retener y eliminar, para que el aceite pase limpio a lubricar el motor.

Para retener las partículas sólidas se recurre al filtrado, el cual puede ser total o por derivación. La pérdida de las propiedades del lubricante por su uso, no se restituyen con el uso de aditivos, la única opción es el cambio periódico de éste.

El mal estado del filtro de aceite puede aumentar el consumo del vehículo hasta un 0.5%, además de tener influencia en la adecuada lubricación del motor. Un mal estado de este elemento incrementa el riesgo de sufrir graves averías en el motor.

### **Sistema de enfriamiento.**

El sistema de enfriamiento sirve para recoger el calor de las partes críticas y mantener el motor a una temperatura conveniente para lograr su máximo rendimiento.

Los puntos más calientes que se deben de enfriar constantemente son: la cámara de combustión, la parte alta del cilindro, la cabeza del pistón, las válvulas de admisión y de escape y boquilla del inyector.

En el interior existen conductos de agua que rodean a los puntos críticos.

### **Sistema de alimentación de aire del motor diésel**

Un motor diésel aspira una gran cantidad de aire que debe estar limpio para su buen funcionamiento, por eso la importancia que tiene el filtro de aire del motor diésel.

Cualquiera que sea el tipo de filtro de aire, debe de tener la suficiente capacidad para retener las partículas más pequeñas como polvo, pelusa, tierra, aserrín, hojas, etc. El tamaño y tipo de filtro variará de acuerdo con la aplicación y servicio del motor, potencia, etc.



Se debe tener en cuenta que al pasar impurezas al interior del motor pueden causar desgaste rápido de los anillos del pistón, camisas, pistones, mecanismos de válvulas, etc., lo que resulta en pérdidas económicas y mal funcionamiento del motor por un alto consumo de lubricante, restricción de la entrada de aire, acumulación de carbonilla la cual causa combustiones fuera de control y daños al turbo cargador si el vehículo cuenta con él.

El mal estado del filtro del aire, habitualmente por un exceso de suciedad, provoca mayores pérdidas de carga de las deseables en el circuito de admisión, lo que hace aumentar también el consumo hasta un 1.5%.

### **Sistema de alimentación de combustible**

El sistema, tiene como propósito el proporcionar el combustible, al interior de las cámaras de combustión bajo las siguientes condiciones:

- Proporcionar la cantidad exacta de combustible para las diferentes condiciones de trabajo de la máquina.
- Inyectar en el momento preciso
- Inyectar finamente y repartirlo en toda la masa de aire
- Penetrar a través de toda la masa de aire comprimido.
- Quemar todo el combustible que se inyecta.

En general los componentes de un sistema de inyección y de alimentación de combustible, son:

- Tanques de combustible
- Conductos y conexiones
- Filtro primario
- Bomba de combustible (también llamada de transferencia)
- Bomba de inyección
- Sistema de control y medición
- inyectores

Si el filtro de combustible tiene un 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 controlar la cantidad de agua en el filtro. Un aumento en el consumo de combustible sin una causa que lo justifique es un claro indicativo de algún problema en el motor, por lo que un control periódico del consumo anotando las cargas de combustible y los kilómetros recorridos, puede llevar a detectar averías en el motor del vehículo antes de que se agraven.

### **Sistemas de ayuda a la reducción del consumo**

**Freno-motor**: los sistemas freno-motor están diseñados para utilizar la compresión de los cilindros para retener el empuje sobre estos, al alterar la sincronización de las válvulas del motor diésel y convertir temporalmente al motor, en un compresor de aire que absorbe energía.



Instalado en la culata, el freno motor es el ralentizador más ampliamente utilizado y algunos fabricantes ofrecen modelos para instalación postventa. Cuando no se pisa el pedal acelerador y se circula con una marcha engranada, el motor no consume combustible y sus propias pérdidas mecánicas actúan como freno.

Por tanto, siempre que se pueda, se usará en las deceleraciones este sistema, para lo cual sólo es necesario levantar el pie del acelerador, sin pisar el embrague.

**Ralentizadores:** los sistemas auxiliares de freno o ralentizadores se diseñan para ayudar a los camiones pesados a aumentar su capacidad de frenado, utilizando el motor o la transmisión.

Existen tres tipos de sistemas ralentizadores: freno motor, hidráulico y electromagnético. El freno motor es un sistema muy útil para las frenadas prolongadas por el descanso que proporciona al freno de servicio, evitando su desgaste prematuro y su calentamiento en exceso; efectos que restan eficacia a su acción de frenado.

### **La carga del vehículo**

El peso bruto vehicular el cual incluye 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. Se estibarà la carga de manera que se garantice su completa inmovilidad ante aceleraciones, frenadas y paso por curvas, de manera 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 manera que el peso sobre cada eje sea aproximadamente el mismo, y que el contorno exterior del camión sea lo más uniforme posible, de tal forma que se reduzcan al mínimo las pérdidas de potencia debidas a la resistencia aerodinámica.

### **Arranque del motor e inicio del movimiento del vehículo**

Para su arranque es recomendable girar la llave del interruptor y encender el motor sin pisar el pedal del acelerador. Actualmente, los dispositivos electrónicos con los que cuenta el motor regulan las condiciones de encendido y gasto de combustible para este fin.

Los efectos que puede ocasionar un mal arranque del motor (pisar el acelerador en el momento del encendido) repercuten directamente en el desgaste del motor y el consumo de combustible.

El motor en frío se comporta peor, sufre más desgastes y consume más combustible, por lo que se debe evitar, siempre que sea posible, hacerlo funcionar a rpm demasiado altas, o con el acelerador a plena carga, mientras no se haya llegado a la temperatura óptima de operación.

Para el calentamiento del motor, posterior al arranque, no es necesario esperar por varios minutos hasta que esto suceda.



Para el inicio del movimiento del vehículo bastará con calentar el motor hasta que el turbo cargador se lubrique, así como el llenado de los tanques de aire y ponerse en marcha evitando el exceso de revoluciones del motor; de esta forma se calentará uniformemente el motor para que una vez que el indicador de la temperatura llegue a su posición normal de operación se pueda demandar mayor potencia y torque al motor.

### **Selección de la marcha en el cambio.**

Los cambios de velocidades se deben efectuar en función de las condiciones de carga del vehículo, estado del tránsito, pendientes de la carretera o autopista, así como del propio motor del vehículo.

En carreteras o autopistas con mínimas pendientes se recomienda circular en la última posición de la palanca de cambios el mayor tiempo posible, pero procurando no salir de la zona verde del motor.

No se debe realizar el doble embrague porque, además de duplicarse el número de accionamientos del embrague, con el consiguiente deterioro de los sistemas del vehículo implicados en los cambios, supone una pérdida doble de tiempo en la realización de los cambios de marchas, lo que conlleva una considerablemente mayor pérdida de la velocidad del vehículo. Las cajas de cambio modernas no necesitan de esta práctica.

Se recomienda realizar los cambios de marcha de forma rápida, a fin de incurrir en la menor caída de velocidad posible tras el cambio. Además, de esta forma engranará mejor la nueva relación de marchas.

En situaciones donde requiera de cierta velocidad de respuesta (por ejemplo, al incorporarse en alguna vía rápida), el cambio de velocidades se realizará a mayores revoluciones, en un rango cercano al intervalo de revoluciones de potencia máxima. La seguridad está, ante todo.

En situaciones favorables de circulación, pueden realizarse “saltos de marchas” en la progresión creciente de las mismas, sin tener que seguir el orden consecutivo de cambio. La ventaja de esta práctica es que se llegará con mayor prontitud a las marchas largas, que son en las que finalmente se va a circular, permitiendo menores consumos de combustible.

Con esta práctica, además se logra la reducción del número de cambios de marcha con la consiguiente mejora en el mantenimiento del vehículo.

### **Cambio progresivo**

El cambio progresivo consiste en hacer los cambios de velocidades antes de llegar a las máximas rpm gobernadas, es altamente recomendado por empresas y fabricantes de motores, especialmente para camiones con motores poco revolucionados.

El cambio progresivo reduce el desgaste del equipo, disminuye los niveles de ruido y ahorra combustible. Para emplear este método sólo se requiere dar la suficiente aceleración para obtener de la transmisión el siguiente cambio sin dañar el motor.



El cambio progresivo consiste en realizar los primeros cambios de velocidad a las más bajas revoluciones, permitiendo incrementar gradualmente las revoluciones del motor hasta que los últimos cambios se realicen dentro de la Zona verde y así alcanzar la velocidad deseada.

Se recomienda realizar los cambios de velocidades de forma rápida y precisa, con la finalidad de evitar la caída considerable de revoluciones del motor.

Empleando el cambio progresivo de velocidades, se extenderá la vida del vehículo y ahorrará combustible. Siempre se debe manejar en la relación de caja más alta posible, para mantener el motor en el menor nivel de rpm. Practicando esto, será menor el número de procesos de combustión y, por lo mismo, menos consumo de combustible.

Es importante leer las recomendaciones de manejo del fabricante del motor en el manual del vehículo. Con el cambio progresivo de velocidades, sólo necesita hacer más rápido los cambios en la transmisión y esto permitirá que el propio torque del motor produzca la velocidad del vehículo.

Asegúrese de que no sale humo del escape. Si hay presencia de humo, significa que el motor está forzándose y, por ello, se está quemando una mayor cantidad de combustible.

No descanse su mano en la palanca de cambios. La constante presión en ésta, aun cuando sea ligera, reduce la vida de los elementos de la transmisión. Un aspecto importante para controlar las revoluciones del motor y conservar el mayor tiempo posible un torque adecuado es a través del cambio eficiente de las velocidades; de ahí que el cambio progresivo de velocidades sea fundamental en la conducción técnico-económica.

### **Circulación en una determinada marcha.**

De acuerdo con el cambio progresivo, la circulación del vehículo en una determinada marcha se desarrollará en la parte inicial de la zona verde del tacómetro.

Esta zona se corresponderá a su vez aproximadamente con el inicio del intervalo de revoluciones de torque máximo. En situación favorable de circulación, esta condición se alcanzará con carga o posición del pedal acelerador en torno a las 3/4 partes de su recorrido.

La posición de plena carga, por tanto, se empleará solamente en condiciones especiales de mayor exigencia al motor (saltos de marchas, incorporaciones a autovías, fuertes subidas, etc. Otro factor relevante en la realización de una conducción técnica es el aprovechamiento de las inercias del vehículo.

La puesta en movimiento de un vehículo de carga, debido a su gran peso da lugar a un elevado consumo, pero supone por otro lado una generación de energía que puede ser aprovechada.

Para tal fin, se evitará la realización de frenadas y acelerones innecesarios, ya que dan lugar a pérdidas de energía en la frenadas, e incrementos de consumo en las consiguientes aceleraciones realizadas para recuperar la velocidad de circulación. Se recomienda mantener una velocidad media estable, eliminando en la medida de lo posible los picos y valles de velocidad que aumentan el consumo, pero no van a suponer el llegar antes al destino final

## Principios de la conducción técnico-económica

Los principios básicos de este tipo de conducción son cuatro:

1. Zona verde
2. Triángulo de fuego
3. Pie de pluma
4. Conservación de la cantidad de movimiento

**Zona verde.** El principio de la zona verde consiste en identificar el rango de operación eficiente del motor y está regido por la interpretación de las curvas características del motor.

Si se estudian e interpretan con detalle se podrá predecir el comportamiento de este; cabe mencionar que cada motor tiene un diseño diferente y por tanto las gráficas serán únicas para cada uno.

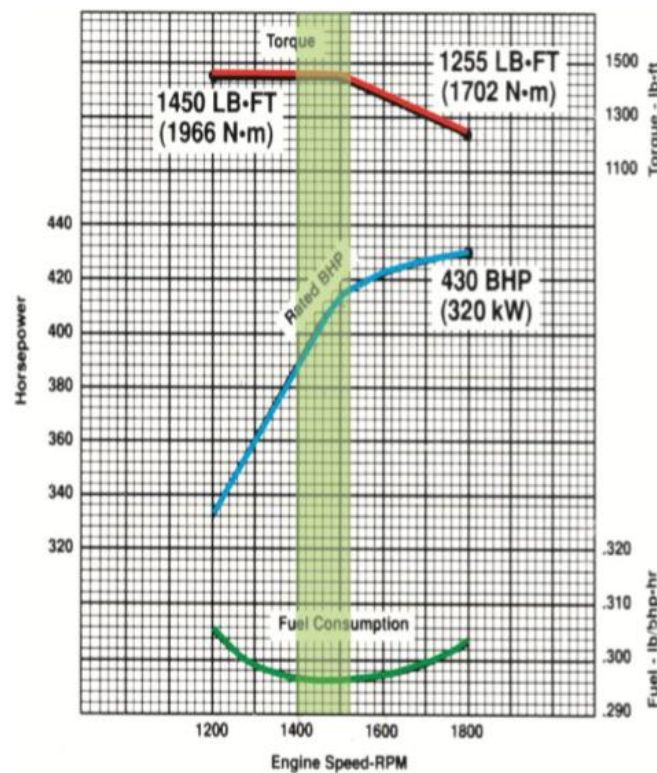


Figura 3.22 Curvas características de un motor en donde se muestra la zona verde

Como se puede observar la curva en color azul corresponde a la potencia y ésta va creciendo en la medida que se incrementan las revoluciones por minuto del motor, sin embargo, llega a un máximo y posteriormente, aunque se incrementen las revoluciones, la potencia del motor comienza a descender.

Por otra parte, se presenta la curva de torque en color rojo, en este caso el torque máximo lo encontramos a un régimen intermedio de revoluciones por minuto del motor, pero si continuamos incrementándolas podemos percatarnos que comienza a caer.

Hay que recordar que el torque permitirá mover carga, así como subir pendientes.



Finalmente se indica la correspondiente al consumo específico de combustible, línea inferior en verde, la cual muestra que a bajas revoluciones del motor tendremos un consumo significativo de combustible y en un determinado rango de revoluciones lograremos el mínimo consumo de combustible.

Podemos identificar que si se define un rango de revoluciones del motor en donde se tiene el mínimo consumo se puede lograr una excelente fuerza de torque, así como demandar sólo la potencia necesaria para mover la carga; y quedará una reserva de potencia que permitirá afrontar una maniobra de emergencia (por ejemplo, un rebase).

Al rango que definimos lo conocemos como la zona verde y es donde obtendremos las mejores prestaciones del motor, dejaremos de producir un exceso de ruido, así como emisiones innecesarias a la atmósfera y menor desgaste del motor.

Cabe señalar que en algunos tractocamiones la zona verde ya está indicada en el tacómetro del vehículo lo que facilita la operación, así como el cambio de marchas.

**Triángulo de fuego:** La energía del motor se obtiene al quemar el combustible para ello son necesario: el aire, el combustible y el calor.



Figura 3.23 Triangulo de fuego

De estos tres elementos el aire y el calor dependen de factores en los que poco influye el conductor, sin embargo, la cantidad de combustible proporcionada al motor depende del operador, ya que él debe suministrar en cada segundo la cantidad adecuada de combustible a la cámara de combustión, para las diferentes condiciones de la operación.

Para comprender mejor este concepto es necesario analizar el proceso de combustión de un motor que comprende cuatro fases:

En la primera fase se absorbe aire hacia la cámara de combustión, posteriormente, en la segunda (llamada de compresión), el aire se comprime a una fracción de su volumen original, lo cual hace que se caliente a más de 300 °C.

Al final de esta fase, se inyecta combustible que se tiene que mezclar y evaporar rápidamente dentro de la cámara de combustión, produciéndose el encendido a causa de la alta temperatura del aire.

En la tercera fase, la de potencia, la combustión empuja el pistón hacia abajo, transmitiendo la energía al cigüeñal; la cuarta fase es la llamada de expulsión de los gases y demás residuos de la combustión.





**Pie de pluma**, se refiere al control del acelerador. La cantidad de combustible generalmente es proporcionada a través del acelerador, por lo cual, este elemento se debe utilizar para regular la cantidad de combustible que se inyecta al motor.

Cuando se controla la posición del acelerador también se estará controlando el torque.

En los motores actuales, el torque máximo se desarrolla a menores revoluciones debido a que las transmisiones tienen sincronizadores, y por lo tanto no se requiere manejar a altas revoluciones para hacer los cambios; incluso, puede resultar contraproducente excederse en las revoluciones, ya que el torque disminuye y el motor puede sobrecalentarse.

La conducción técnica está basada en conservar constante la cantidad de movimiento del vehículo, por lo tanto, la única manera de hacerlo es llevar una velocidad constante, lo que permite un menor consumo de combustible, si se aumenta la velocidad, se incrementa la cantidad de movimiento (energía) proporcionada por el vehículo.

Muchos de los tractocamiones modernos cuentan con el sistema de control de velocidad de cruce (cruise control) que además de dar confort al operador permite ahorrar combustible.

Es recomendable utilizar este dispositivo en zonas planas, debido que en carreteras con una gran cantidad de pendientes el sistema puede ocasionar muchas variaciones en las revoluciones por minuto que tiene que guardar el motor para avanzar a la velocidad previamente seleccionada.

Del principio de la conservación de la cantidad de movimiento se deriva la conducción anticipada, sobre todo en ciclo urbano, donde el operador debe estar atento a los semáforos, tránsito denso y otras adversidades propias de las ciudades.

Ante cualquier desaceleración que se vaya a realizar es conveniente soltar el pie del acelerador y con velocidad engranada a fin de que la propia inercia del vehículo vaya paulatinamente bajando su velocidad.

También es conveniente guardar una distancia de seguridad con el vehículo de adelante, que permita al operador responder de forma adecuada a las circunstancias del tránsito y la carretera.

La práctica más común para conservar esta distancia de seguridad es a través de la aplicación de la regla de los cuatro segundos y que consiste en seleccionar un objeto fijo en la carretera, como puede ser un arbusto; cuando el vehículo que va adelante pase por él, se empieza a contar 1101, 1102, 1103, 1104. Si pasa antes de terminar de contar, está demasiado cerca.

En condiciones adversas como lluvia o poca visibilidad lo recomendable es aumentar más segundos, de seis a ocho serán suficientes.



## Mejores prácticas para el ahorro de combustible y manejo seguro

1.- Al “arrancar” el vehículo no lo acelere para calentarlo, esto además de desperdiciar combustible, provoca un mayor desgaste del motor y mayor contaminación. En un vehículo de gasolina con un minuto es suficiente, mientras que en diésel bastará con el mismo tiempo que se utiliza para llenar los tanques de aire del sistema de frenos.

2.- Al iniciar la marcha de la unidad, arrancar en la primera velocidad, esto facilitará “el despegue” y le costará menos trabajo al motor iniciar el movimiento, además protegerá el embrague (clutch).

3.-Al hacer los cambios de velocidad no acelerar a fondo “para facilitar el cambio” esto ya no es necesario, ya que las transmisiones actuales tienen sincronizadores.

4.- Evitar las aceleraciones bruscas, esto reducirá el gasto de combustible, aumentará la duración de los neumáticos y hará el manejo más seguro y con menos estrés.

5.-No exceder los límites de velocidad, recuerde que la unidad es de transporte de carga y requerirá de una mayor distancia para frenarla.

6.- Manejar en la zona óptima del motor, la cual está marcada en el tacógrafo en color verde, o consulte el manual de propietario. En caso de no tenerlo, trate de manejar a las velocidades legalmente permitidas tanto en ciudad como en carretera.

7.- Tratar de manejar en las últimas relaciones de la transmisión; p ej. si la unidad tiene 10 velocidades trate de manejar en la décima y en el rango óptimo de operación siempre y cuando el camino y la carga se lo permita.

8.- En una pendiente ascendente realizar un cambio regresivo (si va en 10a cambie a 9a) esto incrementará la capacidad de ascenso y posteriormente acelerar de manera progresiva para mantenerse en el rango óptimo de operación del motor.

9.- Al llegar a un semáforo deje de acelerar, esto reducirá la velocidad del vehículo y hará su manejo más seguro.

10.- No mantenga el motor encendido sin causa justificada, un motor trabajando sin que el vehículo se mueva produce mucho desperdicio de combustible y sufre mayor desgaste, además puede generar la carbonización de las cámaras de combustión.

11.- No se confié, a pesar de la experiencia, debe estar preparado para cualquier imprevisto, recuerde que no todos tienen esa misma experiencia ¡manténgase alerta!



### 3.4 Evaluación económica de la propuesta

Se propone realizar un “Programa de Capacitación de operadores en conducción técnica económica” para todos los operadores que conforman la flota vehicular.

El análisis económico de la implementación de este programa de capacitación se presenta a continuación.

#### Características del curso:

Los cursos tienen una duración de (32 horas), incluyendo la parte práctica. La formación en las técnicas de la conducción trata, no sólo de transmitir a los conductores las técnicas y actitudes para una conducción más eficiente, sino también de demostrar las ventajas y reducciones de consumo que se pueden alcanzar a través de la utilización de estas técnicas. Para tal fin, la realización de una práctica en donde se compare este nuevo estilo mediante el consumo de combustible resulta de gran importancia.

|                    |    |
|--------------------|----|
| Número de Personas | 10 |
| Sesiones           | 4  |
| Horas por sesión   | 8  |
| Total de horas     | 32 |

#### Costos del curso:

|                               |             |
|-------------------------------|-------------|
| Costo del curso con IVA (MXN) | \$74,240.00 |
| Viáticos (MXN)                | \$10,400.00 |
| Manuales (MXN)                | \$ 1,100.00 |
| Costo total del curso (MXN)   | \$85,740.00 |

#### Análisis de costos

|  |                 |
|--|-----------------|
| Consumo Mensual de combustible (l/mes) | 284,632         |
| Precio Combustible (MXN/litro)         | \$ 21.03        |
| Ahorro estimado (%)                    | 6               |
| Combustible ahorrado (l)               | 17,077.92       |
| Ahorro (MXN/mes)                       | \$ 359,148.66   |
| Ahorro (MXN/año)                       | \$ 4,309,783.89 |

#### Porcentaje acumulado del personal a capacitarse por año

|                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| Año 1                     | 50                        |
| Año 2                     | 75                        |
| Año 3                     | 100                       |
| Año 4                     | 100                       |
| 1 litro de diésel produce | 2.7 kg de CO <sub>2</sub> |



Los ahorros estimados se muestran en la tabla debajo:

**Ahorros Estimados:**

|  | <b>Año 0</b> | <b>Año 1</b>   | <b>Año 2</b>   | <b>Año 3</b>    | <b>Año 4</b>    |
|--|--------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Ahorro estimado anual en %</b>      |              | 3              | 5              | 6               | 6               |
| <b>Inversión (\$)</b>                  | \$85,740.00  | 0              | 0              | 0               | 0               |
| <b>Ahorro de energía (\$)</b>          |              | \$2,154,891.95 | \$3,232,337.92 | \$ 4,309,783.89 | \$ 4,309,783.89 |
| <b>Costo operativo</b>                 |              | 0              | 0              | 0               | 0               |
| <b>Flujos</b>                          | -\$85,740.00 | \$2,154,891.95 | \$3,232,337.92 | \$ 4,309,783.89 | \$ 4,309,783.89 |
| <b>Ahorro de combustible en litros</b> |              | 102,468        | 153,701        | 204,935         | 204,935         |
| <b>Ahorro de combustible en pesos</b>  |              | \$2,154,891.95 | \$3,232,337.92 | \$ 4,309,783.89 | \$ 4,309,783.89 |
| <b>Ahorro en CO2 en (kg)</b>           |              | 276,662        | 414,993        | 553,325         | 553,325         |

|                                |                 |
|--------------------------------|-----------------|
| Valor Presente Neto (MXN)      | \$10,221,635.29 |
| Tasa de actualización (%)      | 12              |
| Relación beneficio costo (MXN) | \$ 120.22       |

Valor actualizado (MXN)                   -\$ 85,740.00   \$1,924,010.67   \$2,576,800.00   \$ 3,067,619.05   \$ 2,738,945.58

|  |             |             |             |              |
|--|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Tiempo de retorno de la inversión                    | 0.01        | Años        | 0.07        | Meses        |
| <b>Tiempo de retorno de la inversión actualizado</b> | <b>0.01</b> | <b>Años</b> | <b>0.10</b> | <b>Meses</b> |

Dado los resultados del tiempo de retorno de la inversión podemos observar que la implementación de este programa de capacitación es muy rentable para la empresa de autotransporte, ya que el tiempo de retorno de la inversión es menor a un año y los ahorros que obtiene son bastante considerables.



## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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 costo de este servicio (aproximadamente un 25% a 35% de la estructura de costos totales, dependiendo del precio del diésel), un programa de eficiencia energética en las compañías de transporte incide directa y favorablemente en sus resultados financieros

El objetivo de cualquier gestión eficiente de operaciones apunta a cumplir las condiciones del servicio definidas por el cliente, operando una flota adecuada, la menor cantidad de kilómetros, transportando la mayor cantidad de carga por kilómetro y con los mejores estándares de rendimiento de combustible.

Para mejorar el rendimiento de combustible de cualquier tipo de vehículo y disminuir los costos por el consumo de este energético, se requiere contar con personal altamente capacitado, para que desempeñe eficientemente los procesos y actividades que le corresponden, a fin de contribuir a la mejora en el rendimiento de combustible.

Sin duda, el estilo de conducción influye en gran medida en el consumo de cualquier vehículo, determinadas costumbres aumentan el gasto en el combustible, incluso provocan el deterioro prematuro de los vehículos.

Conductores bien entrenados y motivados se ven involucrados en pocos accidentes, utilizan menos combustible, implican menos costos de mantenimiento, colaboran al cuidado y duración de los vehículos y son más confiables en cuanto a su orientación al servicio y a los clientes.

La capacitación en conducción eficiente es un aspecto fundamental para reducir consumo de combustible. Se ha detectado un 30% a un 35% de diferencia en los rendimientos entre el conductor de mejor estándar y el peor.

Por otra parte, la rentabilidad de los programas de capacitación es alta y el retorno de inversión es menor a un año. Además de que se obtienen ahorros económicos, también se evitan emisiones de CO<sub>2</sub> al ambiente.

Los cursos de capacitación en conducción eficiente redundan en ahorros de combustible entre un 5% y un 20%. Una reducción de un 20% se logra por lo general directamente después del primer curso, para mantener estos ahorros y evitar que los conductores regresen a malas prácticas de conducción, es necesario que la empresa desarrolle una cultura de eficiencia energética que consolide y asegure los cambios en los hábitos de conducción.



Esto se logra con el diseño de programas de capacitación, así como, el seguimiento y control del desempeño del conductor y del vehículo, siendo esto fundamental para construir una cultura de eficiencia energética que permita mejorar el consumo de combustible asociado a la conducción.

En nuestro caso de estudio, se recomienda la capacitación del personal para mejorar el aprovechamiento del combustible, así como, el establecimiento de un Sistema de Incentivos a los conductores por menores consumos, que contribuya al objetivo buscado.

Sin embargo, existen otras medidas que pueden ser consideradas para obtener un mejor aprovechamiento del combustible, entre ellas:

**Configuración de la flota:** es importante operar la flota más adecuada, en términos de capacidad, rendimientos e inversión.

Es recomendable tener una flota homogénea en cuanto a marcas y modelos de los vehículos, ya que esto permite tener ahorros en mantenimiento y contar con un stock de refacciones que evite tener las unidades fuera de servicio por falta de refaccionamiento.

El plan de renovación con el que cuenta la empresa les permite mantener una flota “joven”. Sin embargo, por cuestiones financieras la empresa ha optado por cambiar de proveedor, por lo que, se le recomendaría la adquisición de un plan de renovación de unidades, parecido al que se tiene con su proveedor actual y homogenizar su flota.

Por otra parte, también se recomienda generar una estrategia de adquisiciones que considere la participación del equipo operativo, ya que al ser ellos quienes operan las unidades, pueden contribuir con su experiencia y conocimiento de las unidades en la elección de los nuevos vehículos.

La elección de equipos determina fuertemente, y de forma estructural, los estándares de rendimiento y emisión de las operaciones de transporte, por lo tanto, mejorar la calidad y la forma en que se toma la decisión de compra, es un imperativo central de una estrategia de eficiencia energética.

**Almacenamiento de la información:** es importante contar con un sistema de almacenamiento de la información histórica del desempeño energético de las unidades, así como, del mantenimiento que requiere cada una de ellas.

Esta información será de mucha utilidad tanto para la administración diaria de la flota, así como, para la mejora en las decisiones de configuración de nuevos servicios o ciclos operacionales, selección de tecnologías o evaluación de equipos en busca de eficiencia.

Por lo que, se recomienda homogenizar los sistemas de almacenamiento de información con los que se cuenta, además de capacitar al personal en su uso para tener un mejor aprovechamiento de este y que este sea accesible para todas las áreas involucradas en la operación.



**Mantenimiento:** el mantenimiento adecuado de la flota es fundamental para el óptimo funcionamiento de ésta, afectando los consumos de combustible, su disponibilidad y la seguridad.

Un incorrecto o deficiente mantenimiento puede incidir directamente en un aumento del consumo de combustible, puede dar origen a problemas mecánicos que incrementen significativamente los costos y determinará una dimensión de flota mayor por una menor disponibilidad de los equipos.

Un programa de inspección y mantenimiento que apunte a los beneficios de operar una flota con altos estándares de eficiencia energética y ambiental consiste, dependiendo del tipo y antigüedad de flota, en controlar de forma sistemática, que el motor esté afinado adecuadamente, que los filtros y los inyectores de combustible estén limpios y que los neumáticos estén correctamente inflados y alineados.

Las inspecciones bien realizadas y las reparaciones respectivas suelen reducir el consumo de combustible entre un 3% a un 7% y reducen las emisiones de partículas, NOx entre un 10% y un 20% (estas reducciones dependen de la condición inicial de la flota).

Aun cuando la empresa cuenta con un contrato de mantenimiento para sus unidades con el fabricante, es recomendable que ella cuente con sus propios programas de mantenimiento para sus unidades, y así pueda asegurarse de que se llevan a cabo todas las inspecciones necesarias para tener en buen estado cada una de las unidades que conforman su flota.

En caso de seguir con su plan de cambiar de proveedor, los programas de mantenimiento actuales pueden servir de guía para la creación de los nuevos programas, para las nuevas unidades que se adquieran.

**Llantas:** una baja presión de neumáticos redundante en una mayor resistencia a la rodadura, un peor comportamiento en curvas y un aumento de su temperatura de trabajo por lo que, además de aumentar el consumo, aumentan las posibilidades de accidentes.

La Agencia Internacional de Energía (IEA) estima que el consumo de combustible aumenta entre un 2,5% y un 3%, por cada libra por pulgada cuadrada (psi) por debajo de la presión óptima del neumático y reduce su vida útil en torno a un 15%.

**Control de alineación:** la deficiente alineación en los neumáticos implica una mayor resistencia a la rodadura de los equipos y lo que implica, un mayor consumo; unas ruedas que luchan entre sí desperdician combustible y se gastan rápidamente. El desgaste irregular de las bandas de las ruedas son una señal visual de una mala alineación.

Se recomienda implementar un control de cambio de llantas a las unidades para poder determinar el tiempo de vida de estas y así implementar una estrategia de adquisiciones.

En cuanto a la alineación, la empresa no tiene mayor problema ya que el personal cuenta con la experiencia necesaria y las instalaciones son las adecuadas para realizar el cambio y alineación de estas.



Es importante mencionar que en México los programas de capacitación de operadores han generado ahorros en las empresas de transporte de un 6% a un 35%, actualmente organismos como SEMARNAT (Programa “Transporte Limpio”) y los mismos fabricantes de vehículos promueven esta capacitación.

Dada la estructura con la que cuenta la empresa dentro de su área operativa, podemos concluir que opera de manera eficiente, a reserva de las recomendaciones hechas anteriormente.

Por lo que, la mayor área de oportunidad para reducir consumo de combustible se encuentra en la capacitación de sus operadores, lo cual le puede redituarse en ahorros de hasta el 20% el primer año, y estos a su vez, transformarse en inversiones para sus planes de expansión.

De manera general, si se consideran las diferentes áreas de oportunidad en una empresa de autotransporte, los mayores potenciales de ahorro de combustible se encuentran en:

| <b>Área de oportunidad</b>                   | <b>Porcentaje de ahorro</b> |
|--|-----------------------------|
| Capacitación en conducción técnico-económica | 6 - 35%                     |
| Administración integral de la flota          | 35%                         |
| Selección vehicular                          | hasta 30%                   |
| Mejoramiento del mantenimiento               | 7-15%                       |
| Mejoramiento de la logística                 | 10%                         |
| Control del combustible                      | 5%                          |





## BIBLIOGRAFIA

**“Balance Nacional de Energía 2017”**

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/414843/Balance\\_Nacional\\_de\\_Energ\\_a\\_2017.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/414843/Balance_Nacional_de_Energ_a_2017.pdf)

**“Balance Nacional de Energía 2015”**

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/248570/Balance\\_Nacional\\_de\\_Energ\\_a\\_2015\\_\\_2\\_.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/248570/Balance_Nacional_de_Energ_a_2015__2_.pdf)

**“Balance Nacional de Energía 2013”**

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41975/Balance\\_2013.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41975/Balance_2013.pdf)

**“Diagnósticos energéticos en empresas de autotransporte dos casos de aplicación”**

<https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt191.pdf>

**“Consumo de energía y emisiones de CO<sub>2</sub> del autotransporte en México y escenarios de mitigación”**

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-49992016000100007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992016000100007)

**“Guía para elaborar un diagnóstico energético en flotas vehiculares”**

<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200260/DEFlotasVehiculares.pdf>

**“El transporte en México y el mundo. Situación actual y visión a futuro”**

<http://www.ai.org.mx/sites/default/files/21.transporte-y-seguridad-vial.pdf>

**“Análisis y evaluación del comportamiento energético de los vehículos automotores de la Administración Pública Federal”**

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/5011/Tesis.pdf?sequence=1>

**“El autotransporte de carga, industria estratégica para el crecimiento del país: GRE”**

<https://www.gob.mx/sct/prensa/el-autotransporte-de-carga-industria-estrategica-para-el-crecimiento-del-pais-gre>

**“Estadística Básica del Autotransporte Federal 2018”**

[http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGAF/EST\\_BASICA/EST\\_BASICA\\_2018/Estad%C3%ADstica\\_B%C3%A1sica\\_del\\_Autotransporte\\_Federal\\_2018.pdf](http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGAF/EST_BASICA/EST_BASICA_2018/Estad%C3%ADstica_B%C3%A1sica_del_Autotransporte_Federal_2018.pdf)

**“Estadística Básica del Autotransporte Federal”**

<http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/autotransporte-federal/estadistica/>

**“Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2017”**

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/304225/Programa\\_Sectorial\\_de\\_Comunicaciones\\_y\\_Transportes\\_2017.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/304225/Programa_Sectorial_de_Comunicaciones_y_Transportes_2017.pdf)

**“Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero”**

<https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/inventario-nacional-de-emisiones-de-gases-y-compuestos-de-efecto-invernadero>



**“Inventario nacional de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero”**

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/312045/INEGYCEI6CN\\_26\\_marzo\\_2018.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/312045/INEGYCEI6CN_26_marzo_2018.pdf)

**“Tips para la eficiencia de combustible en autotransporte”**

<http://www.logisticamx.enfasis.com/articulos/79899-tips-la-eficiencia-combustible-autotransporte->

**“Manual de Conducción Técnico-Económica”**

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/210346/Manual\\_de\\_Conduccion\\_Tecnico-Economica.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/210346/Manual_de_Conduccion_Tecnico-Economica.pdf)

[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36126/1/FAL-281-WEB\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36126/1/FAL-281-WEB_es.pdf)

**“El sobrepeso en el autotransporte de carga: elementos para su estudio y control”**

<https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt250.pdf>

**“Métodos para la renovación de vehículos de autotransporte de servicio pesado”**

<https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt260.pdf>

**“Guía para la gestión del combustible en las flotas de transporte por carretera”**

[https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_10232\\_Guia\\_gestion\\_combustible\\_flotas\\_carretera\\_06\\_32bad0b7.pdf](https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10232_Guia_gestion_combustible_flotas_carretera_06_32bad0b7.pdf)

**“¿Qué es el sistema SCR?”**

<http://es.greenchem-adblue.com/greenchem-has-a-new-product-8/>

**“Kenworth”**

[www.kenworth.com.mx](http://www.kenworth.com.mx)

**“International”**

[mexico.internationaltrucks.com](http://mexico.internationaltrucks.com)

**“Scania”**

[www.scania.com](http://www.scania.com)

**“Emite la CRE, Norma de emergencia NOM-EM-005-CRE-2015, Especificaciones de calidad de los petrolíferos”**

<https://www.gob.mx/cre/prensa/emite-la-cre-norma-de-emergencia-nom-em-005-cre-2015-especificaciones-de-calidad-de-los-petroliferos>

**“Kenworth indiscutiblemente el mejor en tractocamiones”**

<https://tyt.com.mx/la-industria-en-numeros/kenworth-indiscutiblemente-el-mejor-en-tractocamiones/>



## RELACION DE TABLAS Y FIGURAS

### CAPITULO I: SITUACION ACTUAL DEL SECTOR TRANSPORTE EN MEXICO

|   | Pág. |
|---|------|
| Figura 1.1 Consumo final energético por sector energético 2017<br><i>Fuente: Balance Nacional de Energía 2017-SENER</i>   | 5    |
| Figura 1.2 Consumo de Energía en el Sector Transporte (Petajoules)<br><i>Fuente: Elaboración propia con datos del Balance Nacional de Energía 2017-SENER</i>            | 6    |
| Figura 1.3 Precio al público de productos refinados 2017<br><i>Fuente: Balance Nacional de Energía 2017-SENER</i>   | 7    |
| Figura 1.4 Pesos por litro de combustible a precios constantes de 2017<br><i>Fuente: Balance Nacional de Energía 2017-SENER</i>   | 7    |
| Figura 1.5 Grafica de consumo de Energía en el Sector Transporte<br><i>Fuente: Elaboración propia con datos del Balance Nacional de Energía 2013, 2015 y 2017-SENER</i> | 7    |
| Figura 1.6 Grafica de consumo de combustibles 2015<br><i>Fuente: Balance Nacional de Energía 2017-SENER</i>   | 8    |
| Figura 1.7 Comparativo de movilización de carga<br><i>Fuente: Elaboración propia con datos de la Estadística Básica del Autotransporte Federal 2018-SCT</i>             | 9    |
| Figura 1.8 Pirámide de edades de la flota vehicular<br><i>Fuente: Elaboración propia con datos de la Estadística Básica del Autotransporte Federal 2018-SCT</i>         | 10   |
| Figura 1.9 Tipo de combustible utilizado<br><i>Fuente: Estadística Básica del Autotransporte Federal 2018-SCT</i>   | 11   |
| Figura 1.10 Emisiones de Carbono Negro<br><i>Fuente: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático</i>  | 15   |
| Figura 1.11 Emisiones de GEI<br><i>Fuente: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático</i>  | 15   |
| Tabla 1.1 Distribución de empresas de autotransporte de carga<br><i>Fuente: Estadística Básica del Autotransporte Federal 2018-SCT</i>                                  | 11   |
| Tabla 1.2 Tipos de empresas de autotransporte de carga<br><i>Fuente: Estadística Básica del Autotransporte Federal 2018-SCT</i>   | 12   |
| Tabla 1.3 Demanda atendida<br><i>Fuente: Estadística Básica del Autotransporte Federal 2018-SCT</i>   | 12   |

**CAPITULO II: DIAGNOSTICO ENERGETICO EN AUTOTRANSPORTE**

|  |    |
|--|----|
|  | Pá |
| Tabla 2.1 Distribución de superficie             | g. |
| <i>Fuente: Elaboración propia</i>                | 23 |
| Tabla 2.2 Distribución de superficies edificadas | 23 |
| <i>Fuente: Elaboración propia</i>                |    |

**CAPITULO III: CASO DE ESTUDIO**

|  |    |
|--|----|
| Figura 3.1 Servicio carga en camión completo                         | 29 |
| <i>Fuente: Empresa caso de estudio</i>                               |    |
| Figura 3.2 Servicio carga consolidada                                | 29 |
| <i>Fuente: Empresa caso de estudio</i>                               |    |
| Figura 3.3 Estructura Organizacional                                 | 31 |
| <i>Fuente: Empresa caso de estudio</i>                               |    |
| Figura 3.4 Mapa de rutas   | 32 |
| <i>Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa en estudio</i> |    |
| Figura 3.5 Distribución de vehículos por marca                       | 33 |
| <i>Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa en estudio</i> |    |
| Figura 3.6 Pirámide de edades del parque vehicular                   | 35 |
| <i>Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa en estudio</i> |    |
| Figura 3.7 Carga transportada por año (Ton)                          | 37 |
| <i>Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa en estudio</i> |    |
| Figura 3.8 Consumo de combustible anual                              | 41 |
| <i>Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa en estudio</i> |    |
| Figura 3.9 Kilometraje anual por unidad                              | 42 |
| <i>Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa en estudio</i> |    |
| Figura 3.10 Rendimiento anual de combustible                         | 43 |
| <i>Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa en estudio</i> |    |
| Figura 3.11 Emisiones de CO2 al año por unidad                       | 44 |
| <i>Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa en estudio</i> |    |
| Figura 3.12 Sistema SCR  | 45 |
| <i>Fuente: Sitio web</i>   |    |
| Figura 3.13 Croquis Taller Ixtapaluca                                | 47 |
| <i>Fuente: Empresa en estudio</i>                                    |    |



|  |                  |
|--|------------------|
| Figura 3.14 Diagrama de Sankey del motor diésel  | 52               |
| <i>Fuente: Elaboración propia</i>  |                  |
| Figura 3.15 Esquema de la transmisión de movimiento  | 53               |
| <i>Fuente: Manual de conducción técnico-económica CONUEE</i>   |                  |
| Figura 3.16 Curvas características del motor   | 54               |
| <i>Fuente: <a href="http://www.aficionadosalamecanica.net/cur_mec_cilindrada.htm">http://www.aficionadosalamecanica.net/cur_mec_cilindrada.htm</a></i> |                  |
| Figura 3.17 Curvas características del motor Caterpillar 3406  | 55               |
| <i>Fuente: <a href="http://www.cat-industrial.com">www.cat-industrial.com</a></i>  |                  |
| Figura 3.18 Datos del motor Caterpillar 3406   | 55 <sup>55</sup> |
| <i>Fuente: <a href="http://www.cat-industrial.com">www.cat-industrial.com</a></i>  |                  |
| Figura 3.19 Datos del combustible  | 55 <sup>56</sup> |
| <i>Fuente: Elaboración propia</i>  |                  |
| Figura 3.20 Gráfica de eficiencia del motor Caterpillar 3406   | 55 <sup>57</sup> |
| <i>Fuente: Elaboración propia</i>  |                  |
| Figura 3.21 Gráfica del BSFC del motor Caterpillar 3406  | 57               |
| <i>Fuente: Elaboración propia</i>  |                  |
| Figura 3.22 Curvas características de un motor en donde se muestra la zona verde   | 70               |
| <i>Fuente: Manual de conducción técnico-económica CONUEE</i>   |                  |
| Figura 3.23 Triangulo de fuego   | 71               |
| <i>Fuente: Manual de conducción técnico-económica CONUEE</i>   |                  |
| Tabla 3.1 Rutas recorridas   | 32               |
| <i>Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa en estudio</i>   |                  |
| Tabla 3.2 Distribución de tractocamiones   | 33               |
| <i>Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa en estudio</i>   |                  |
| Tabla 3.3 Comparación de marcas de tractocamiones  | 34               |
| <i>Fuente: Elaboración propia</i>  |                  |
| Tabla 3.4 Unidades fuera del rango normal de operación   | 40               |
| <i>Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa en estudio</i>   |                  |
| Tabla 3.5 Valores de eficiencia  | 56               |
| <i>Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa en estudio</i>   |                  |