GUÍA DE GESTIÓN SUSTENTABLE DE FLOTAS DE VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE CARGA POR CARRETERA

OCTUBRE 2015

Observatorio de Logística y Sustentabilidad
ITBA – CLIO – Bs As – Argentina
www.itba.edu.ar

CONTENIDOS

Sobre el Observatorio de Logística y Sustentabilidad del ITBA **5**

1. Introducción **6**

2. Estadísticas ambientales del sector **7**

3. Flotas de transporte **8**

- **3.1 Definición de flota de vehículos** **8**
- **3.2 Generalidades sobre el transporte de cargas por carretera** **8**
- **3.3 Aproximación a una clasificación de flotas** **9**
- **3.4 Generalidades sobre mantenimiento preventivo de los vehículos** **10**

4. Gestión del consumo de combustible **11**

- **4.1 Introducción** **11**
- **4.2 Consumo de combustible: generalidades** **12**
- **4.3 Estándares de consumo** **13**
- **4.4 Control del consumo** **14**
- **4.5 Disminución del consumo de combustible** **17**

5. Gestión del consumo de neumáticos **25**

- **5.1 Generalidades** **25**
- **5.2 Aspectos legales** **25**
- **5.3 Algunos aspectos técnicos** **25**

6. Aerodinamia **28**

7. Conclusiones **31**

8. Glosario breve **33**

9. Anexo: resumen del estudio sobre aerodinamia aplicada a los camiones en Chile **35**

10. Miembros del Observatorio de Logística y Sustentabilidad **38**

La presente Guía fue elaborada de acuerdo con las experiencias de varios miembros del Observatorio, así como mediante la compilación, reelaboración, ampliación y adecuación a la realidad argentina de diversas fuentes de información, en especial la “Guía para la gestión de combustible en flotas de transporte por carretera” editada por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía de España (IDEA).

SOBRE EL OBSERVATORIO DE LOGÍSTICA Y SUSTENTABILIDAD DEL ITBA

El Instituto Tecnológico Buenos Aires (ITBA), a través de su Centro de Logística Integrada y Organización (CLIO), ha generado un espacio de trabajo e investigación sobre la Logística y la Sustentabilidad en la Argentina, denominado Observatorio de Logística y Sustentabilidad (OLS).

Desde su concepción, en noviembre de 2013, el OLS tiene como objetivo establecer un marco apropiado para los análisis, debates y propuestas de proyectos que faciliten la labor público-privada en las decisiones relacionadas con soluciones para la disminución de emisiones contaminantes del medio ambiente, y un adecuado uso de los recursos naturales.

El OLS está formado por industrias, operadores logísticos, profesionales independientes, docentes y representantes de entes estatales, todos relacionados con la logística y particularmente interesados en los aspectos de sustentabilidad derivados de esta actividad.

El OLS tiene como directriz principal ser referente de organismos públicos y empresas privadas en cuanto al conocimiento detallado de las mejoras prácticas logísticas para el desarrollo sustentable de la Argentina. Se ha propuesto desarrollar tareas de investigación sobre metodologías y procesos que faciliten las acciones de las empresas para cumplir su aporte a la comunidad.

Desde la perspectiva académica, el OLS ha definido desarrollar, promover y compartir actividades de formación sobre los aspectos de sustentabilidad en logística para empresas e instituciones involucradas en esa temática.

A la fecha, mantiene acuerdos de colaboración con Megacity Logistics Lab del Massachussets Institute of Technology (MIT), el Smart Freight Centre (Europa); el Centro del Transporte de la Universidad Andrés Bello (UNAB) de Chile, la Cámara de Industria y Comercio Argentino Alemana (AHK) y el Foro Anual de la Logística y la Supply Chain desarrollado por webpicking.com.

En el Observatorio se han organizado varias comisiones temáticas que colaboran con la elaboración de los documentos y notas técnicas. La participación en OLS está abierta a todos los que se interesen en el tema de la Logística y la Sustentabilidad, escribiendo al e-mail:

itba_clio@itba.edu.ar

Buenos Aires, octubre de 2015

1. INTRODUCCIÓN

El transporte por carretera, tanto de pasajeros como de mercancías, es esencial para garantizar un adecuado desarrollo social y económico en la Argentina, así como para el logro de una mayor cohesión del territorio.

En términos energéticos, el consumo asociado a este sector tiene una notable incidencia sobre el consumo de energía a nivel nacional. La energía primaria consumida en el transporte por carretera proviene del petróleo, lo que agrava los problemas generados por la excesiva dependencia de los combustibles fósiles y por el aumento de las emisiones de CO_2, que da lugar a los fenómenos del calentamiento global del planeta y del cambio climático, entre otros.

Para la población en general, la imagen que el transporte por carretera le ofrece tiene una connotación de peligro, contaminación, intrusión visual y ruido, entre otras molestias. Por ello, reconciliar la opinión pública con el transporte constituye uno de los grandes retos para el sector y sus actores.

Es preciso que se tome conciencia de la situación y promueva un mayor aporte y participación activa en relación con el respeto hacia el medio ambiente y la reducción de los impactos negativos más evidentes de la actividad.

En este marco, el OLS ha decidido realizar la edición de la presente guía para la "Gestión Sustentable de Flotas de Vehículos de Transporte de Carga por carretera", con el objeto de difundir entre los profesionales de la administración de flotas de transporte las nociones básicas y procedimientos utilizados para la realización de una gestión más eficiente en el consumo de combustible, considerado éste como el impacto más significativo asociado a la actividad.

2. ESTADÍSTICAS AMBIENTALES DEL SECTOR

De acuerdo con la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, las emisiones de gases de efecto invernadero del sector energía representan poco más del 50% de las emisiones totales de la República Argentina. La comunicación expresa:

> "Dentro de dicho sector la mayor contribución proviene de las industrias de la energía con un 32% de las emisiones, seguida por el transporte con un 30%. En tercer lugar se ubican las demandas residenciales, comerciales/institucionales y del sector agrícola con un 20% del total del sector, mientras que las industrias manufactureras y de la construcción aportan un 12% a las emisiones de GEI del sector Energía. El resto se reparte entre las distintas contribuciones correspondientes a las emisiones fugitivas[1].
>
> "Las emisiones del sector Energía en el año 1990 fueron poco menos de 100 000 tCO2eq[2], habiendo experimentado un crecimiento del 84% al año 2012. Como es de esperar, el combustible que más contribuye a las emisiones debidas tanto a la combustión como a las fugas es el gas natural. Los subsectores que mayor crecimiento han tenido en ese período son la generación pública de electricidad, la actividad en yacimientos, las industrias particulares de química, pulpa, papel e imprenta y de procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco (con muy alto crecimiento pero poco aporte relativo), el transporte carretero, la aviación, la navegación, el transporte por tuberías, los consumos residenciales y agrícolas y las emisiones fugitivas de gas natural. Los subsectores que más decrecieron son la refinación de petróleo, el transporte ferroviario, la actividad comercial y la minería de carbón[3]".

El sector transporte es responsable por la emisión de distintos gases, muchos de los cuales son Gases de Efecto Invernadero (como el CO2, CH4 y N2O), y también por otros con diversas consecuencias sobre el ambiente y la salud (como el NOx, CO, COVNM y SO2).

---

[1] Emisiones fugitivas: ver en el Glosario

[2] Toneladas equivalentes de dióxido de carbono (CO_2).

[3] Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, Inventario de Gases de Efecto Invernadero de la República Argentina – Años 2010 y 2012 - Sector energía - Informe final del 15 julio 2015. Disponible en: http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/ProyTerceraCNCC/file/1.%20Inventario%20GEIs%20-%20Energ%C3%ADa.pdf (consulta del 29/08/2015).

3. FLOTAS DE TRANSPORTE

3.1 DEFINICIÓN DE FLOTA DE VEHÍCULOS

La palabra "flota" tiene varios significados, parecidos aunque no iguales, según quién la utilice o la interprete. El Diccionario de la Real Academia Española admite ocho acepciones, de las cuales la cuarta es "Conjunto de vehículos de una empresa"[4].

A los efectos de este trabajo, se considerará como flota a "un conjunto de unidades de transporte[5] reunidas con un mismo propósito, ya sea dentro de una misma organización o bien en distintas organizaciones, pero con un mismo objetivo en común".

3.2 GENERALIDADES SOBRE EL TRANSPORTE DE CARGAS POR CARRETERA

La gestión de la flota de transporte varía según su tipo. No es lo mismo la planificación de una flota de ómnibus para el transporte de pasajeros que la de una flota de camiones utilizada para el transporte de mercancías.

Además, referirse al transporte de cargas es hablar de un amplio conjunto de operatorias y tipologías de empresas, vehículos y cargas transportadas cuyo denominador común es la participación de un automotor utilizando el sistema vial para movilizar productos. Ese transporte puede realizarse mediante contratos formales o informales y su recorrido puede ser interno dentro de una localidad, una provincia, o atravesar límites provinciales o internacionales. El sector está compuesto por un heterogéneo conjunto de empresas dedicadas en su actividad principal a la venta de servicios de transporte. Puede incluir actividades secundarias como el almacenamiento o el manejo de la documentación de los clientes. Esta heterogeneidad da cuenta de un gran conjunto de operatorias y tamaños de empresas con una amplia diversidad de intereses.

Un transportista de cualquier escala y estructura puede ser subcontratado por otro que es el que hace la gestión comercial. En general puede y suele ocurrir que el servicio requerido a un transportista "A" no pueda ser satisfecho por este y deba subcontratar a "B".

La heterogeneidad empresarial se manifiesta también en su especialización. Se encuentran empresas dedicadas al transporte de graneles agropecuarios, de animales vivos, de combustibles, de cargas generales, alimentos, bebidas, etc. Normalmente, cuanto más valiosa o delicada es la carga o el servicio asociado a ella, mayor es el grado de organización empresarial

[4] Diccionario de la lengua española de la Real Academia Española, versión 22, editada electrónicamente. Consulta realizada el 29 de agosto 2015: http://lema.rae.es/drae/?val=FLOTA
[5] Unidad de transporte: ver Glosario.

del segmento de transportistas que la sirve. La satisfacción del cliente recae en gran parte en el cumplimiento de los plazos en las entregas y en el menor costo posible.

Como característica general, las empresas de transporte disponen de un "Departamento de Tráfico" (o al menos una persona responsable de tráfico, si la empresa es muy pequeña), que es el encargado de la gestión y organización de la actividad, comprendiendo entre sus tareas la elección de vehículos, la selección de rutas, la gestión de cargas y combustible, inflado de neumáticos y otros recaudos de viaje incluyendo la documentación necesaria. Habitualmente los mantenimientos mayores se derivan a otro sector u otra persona.

3.3 APROXIMACIÓN A UNA CLASIFICACIÓN DE FLOTAS

a. FLOTAS PEQUEÑAS

Normalmente de carácter familiar con un propietario autónomo y algunos conductores familiares o asalariados. Suelen tener hasta 5 ó 6 vehículos y la mayor parte de su trabajo lo hacen para un cliente o una gran empresa. El Departamento de Tráfico es poco importante y el mismo propietario de la empresa suele ser el responsable de su actividad. El consumo de combustible es muy variable y difícil de cuantificar debido, básicamente, a la falta de estructura profesional de la empresa.

b. FLOTAS MEDIANAS

Esta categoría involucra a empresas que disponen de 6 a 30 vehículos. Suele tratarse de empresas pequeñas familiares que han crecido aprovechando una buena gestión y especializándose en nichos de mercado o mercados emergentes. Estas empresas suelen tener ya una amplia cartera de clientes en los ámbitos nacional e internacional. Cuentan con un Departamento de Tráfico de relieve, gestionado por una persona de confianza de la dirección. A medida que aumenta el número de vehículos, la estructura de la empresa puede crecer hasta tener talleres de reparación, almacenes y depósitos de combustible propios.

c. FLOTAS GRANDES

Son empresas que cuentan con un elevado número de vehículos (generalmente mayor a 30), que pueden ser propios o subcontratados. Pueden llegar a tener oficinas y/o depósitos en diferentes lugares y actúan en muchas ocasiones como operadores logísticos y de distribución de las empresas a las que atienden. La flota se compone de vehículos aptos para diferentes tipos de servicio de transporte.

d. TIPOS DE VEHÍCULO

Como ya se ha comentado, los vehículos de una flota de transporte de cargas son distintos dependiendo de una numerosa variedad de servicios atendidos, por ejemplo:

- Graneles y cargas masivas (productos del agro y graneles secos en general)
- Cargas peligrosas sólidas, líquidas, refrigeradas, etc.

- Cargas generales a camión completo entre origen y destino (incluyendo containers)
- Cargas generales parciales
- Hacienda en pie
- Logística urbana
- Cargas refrigeradas, excluidas cargas refrigeradas peligrosas
- Graneles líquidos, excluidas cargas peligrosas
- Graneles sólidos en equipo especial, excluidas cargas peligrosas (cemento, materiales de construcción y de industria extractiva)
- Cargas peligrosas especiales (explosivos, etc.)
- Otros varios (carretones, caudales, fletes y mudanzas, etc.)

3.4 GENERALIDADES SOBRE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

En términos generales, la realización de un correcto mantenimiento de los vehículos de la flota contribuye a evitar consumos extraordinarios de combustible. El mantenimiento es clave para su funcionamiento, mejorando a la seguridad operativa y vial de los vehículos, su disponibilidad y consumo de combustible. Un incorrecto o deficiente mantenimiento de un vehículo puede incidir directamente en un aumento de su consumo de combustible y, de no ser corregido diligentemente, puede dar origen a averías mecánicas que disparen los costos.

a. Control de filtros

El estado de los filtros tiene repercusión directa en el consumo de combustible, por lo tanto, deben revisarse:

- El filtro de aceite: su mal estado, además de incrementar el riesgo de sufrir graves averías en el motor, puede aumentar el consumo del vehículo hasta un 0,5%.

- El filtro del aire: su mal estado, 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%.

- El filtro de combustible: su mal funcionamiento puede causar aumentos en el consumo de hasta un 0,5%, además de que, en caso de bloqueo, pararía el motor. Es importante controlar la cantidad de agua en el filtro.

b. Control del consumo de combustible

El aumento de consumo sin una causa que lo justifique es un claro indicador 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.

c. Mantenimiento de neumáticos

Este es un ítem muy importante y frecuentemente descuidado. Ver secciones siguientes.

.

4. GESTIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE

4.1 INTRODUCCIÓN

Gestionar adecuadamente el consumo de una flota significa el diseño y la puesta en práctica de un sistema de control, supervisión y, muy especialmente, de seguimiento del consumo de combustible global e individual de los vehículos de la flota.

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

Esta gestión incluye, entre otros aspectos, lo siguiente:

- planificación de rutas ideales.
- selección correcta de las unidades acorde al tipo de transporte a realizar.
- selección de horarios (de ser posible según requisitos de clientes).
- utilización de técnicas de conducción económica.
- realización de mantenimiento preventivo en tiempo y forma.

La contribución de los costos de combustible respecto a los costos totales de operación, varía según la naturaleza de la flota. Esta reducción de consumo tiene incidencia directa en la disminución de las emisiones a la atmósfera, sobre todo las que tienen relación con el calentamiento global de la atmósfera.

La combustión en el motor emite a la atmósfera cantidades importantes de dióxido de carbono (CO2). Sin entrar en demasiado detalle, la combustión de un hidrocarburo sigue la siguiente reacción química:

$$\textbf{Combustible} + O_2 \rightarrow H_2O + CO_2 + \textbf{energía}$$

De aquí puede verse que si la cantidad de oxígeno es suficiente, los productos de la combustión son el agua, el dióxido de carbono y una energía liberada, la cual es la que aprovechan los motores de combustión interna de los vehículos.

La reducción de las emisiones es una técnica novedosa de la gestión empresarial que, empleada adecuadamente, puede contribuir a la mejorar de la imagen de la empresa y a la ampliación de la cartera de clientes. Administrar un adecuado sistema de gestión del consumo dará lugar a un ahorro de combustible y por tanto, a una mayor eficiencia energética en la realización de sus servicios.

Es necesario remarcar que hay aplicaciones informáticas que cuentan con módulos de gestión de flotas. Estas aplicaciones pueden ser de tipo “propietario” del fabricante del vehículo o también de “terceras partes”, elaboradores de tecnología que proveen estos sistemas. Dadas las particulares características de cada empresa, también es en muchos casos aconsejable que se solicite a una empresa consultora sus servicios para la adaptación a la flota de transporte de una aplicación base, con el fin de satisfacer los requerimientos particulares.

4.2 CONSUMO DE COMBUSTIBLE: GENERALIDADES

Para gestionar correctamente el consumo de combustible de la flota es esencial la mayor precisión posible en el conocimiento de los consumos de cada uno de los vehículos que la componen.

Este conocimiento resulta indispensable de cara a la implementación de sistemas avanzados de control de combustible, que incorporen criterios de discriminación de consumos en función del tipo de trayecto, del tipo de porte a realizar, estado de los neumáticos, aerodinamia, etc. Cuanto mayor sea la precisión y detalle con la que se lleve a cabo el control del consumo de combustible, mayor será la eficiencia energética de la flota.

Dependiendo del tipo de empresa, de vehículo, de viaje a realizar, de la vía de circulación, etc., existen distintas posibilidades, a saber:

1) Empresa con sistema de carga en sus propios lugares de aprovisionamiento:

    1.1. Viajes que no necesitan carga de combustible durante el trayecto

    1.2. Viajes que necesariamente deben cargar combustible durante el trayecto en lugares externos a la empresa.

2) Empresa con carga en lugares externos:

    2.1. Siempre se realizan las cargas de combustible fuera de la empresa

Esto es importante, ya que la base para el sistema de gestión de combustible radica en la exactitud de los registros. Es así que, según el caso, los responsables del registro pueden ser directamente los choferes, el encargado de carga en la empresa, un responsable de administración de información brindada a través de sistemas provistos por las compañías petroleras (por ejemplo el sistema “YPF en Ruta”) o una combinación de éstos.

Cualquiera sea el caso, para realizar el control, se registrarán en cada una de las cargas los litros de combustible cargados y los kilómetros indicados en el cuadro de instrumentos del vehículo (odómetro). De esta manera, se obtendrán los datos necesarios para calcular el consumo del vehículo en el período transcurrido desde la anterior carga. Teniendo los datos de kilometraje de la anterior carga y los del actual, se pueden obtener los kilómetros recorridos entre ambas cargas:

Kms recorridos = Kms al finalizar el recorrido y cargar combustible – Kms en el momento de la carga anterior

Teniendo el dato de los kilómetros recorridos y la cantidad de litros de combustible cargados, sólo será necesario aplicar la siguiente fórmula para obtener el consumo medio de combustible entre cargas la cual, por practicidad, se expresa como litros consumidos cada 100 km:

Consumo específico entre cargas (lts/100 km) = $\frac{Litros\ cargados \times 100}{km\ recorridos}$

Este indicador permite observar, al menos, lo siguiente:

- Mejor es menor: cuanto menor es el indicador, tanto menor será el gasto de combustible cada 100 km.
- Cada vehículo tiene su estándar dentro de ciertos límites de tiempo. Por ejemplo, un camión tractor con 3 ejes, gasta en los primeros "X" km aproximadamente unos "Y" litros.
- Cuando los estándares superan ciertos valores de referencia (especialmente cuando es por exceso), esto debe disparar una alerta, cuyas causas deben ser examinadas de inmediato para evitar problemas de seguridad, de exceso de consumo o de falta de mantenimiento de los equipos.

4.3 ESTÁNDARES DE CONSUMO

a. ESTÁNDARES GENERALES

En una flota de transporte tiene una gran relevancia el establecimiento de estándares de consumo de combustible, que sirvan de referencia para los vehículos de la flota. Estos estándares pueden tener valores distintos en instantes distintos de la vida útil de los equipos. Esto, incluso, puede ser una recomendación del fabricante.

Esta tarea presenta una cierta complejidad, ya que el consumo de un vehículo depende de su motor y transmisión, la carga que lleve, su aerodinámica, las condiciones de uso, condiciones de la vía de circulación, condiciones climáticas y de otros factores difícilmente cuantificables.

Una estrategia adecuada para la obtención de estándares de referencia de consumos consiste en comenzar un seguimiento y control de consumo de combustible de cada vehículo a partir de los datos proporcionados por el fabricante del vehículo, lo cual suele estar en el manual del propietario o de especificaciones de fábrica. Tras unos meses de rodaje del sistema (entre 3 y 6 meses dependiendo de la variabilidad de los consumos de cada vehículo), se establecen una serie de estándares de referencia obtenidos a partir de los datos registrados.

b. ESTÁNDARES PARTICULARES

Luego del permanente registro de datos, que se puede extender normalmente unos 3 meses, se estudia la información relacionada con los promedios de cada vehículo de la siguiente manera:

- Se analizan los datos de consumos promedio del vehículo de los 3 últimos meses.
- Se obtiene un promedio de todos los datos.
- Se establece un margen de variación admitida en función del tipo de circulación predominante del vehículo, por ejemplo[6]:
    - Circulación por autopista/autovía: -5%
    - Circulación urbana o de montaña: +10%
    - Circulación fuera de vía: +15%
- Se analizan los datos e investigan aquellos que permanecen fuera del margen establecido.

De igual modo, y siguiendo el mismo esquema anterior, se puede repetir el análisis no solo con los promedios sino además con algunas herramientas estadísticas de variabilidad de los datos, que puedan mostrar de manera sintética si estos datos bajo estudio tienen valores muy dispersos o bien muy concentrados. Así, medidas como el rango y la desviación estándar suelen brindar este tipo de información y su cálculo se puede realizar de manera automática en las hojas de cálculo de uso habitual en las empresas.

4.4 CONTROL DEL CONSUMO

Para gestionar de manera correcta el control del consumo de combustible para cada vehículo individual de la flota, será necesario disponer al menos de los siguientes datos:

- Fecha de carga
- Hora de carga
- Nombre del chofer
- Patente vehículo
- Kms indicados en odómetro:
    - Antes de iniciar el movimiento
    - Al finalizarlo

[6] Estos porcentajes son solo estimaciones de ejemplo para la comprensión del presente texto, y de ninguna manera deben adoptarse para ninguna flota sin el debido análisis profesional.

- Lugar de origen de la carga (en empresa o externo)
- Cantidad total de litros cargados entre origen y destino
- Tipo de ruta (con pendientes, asfalto o tierra, etc.)

El concepto práctico de "control" significa, básicamente, plantear los desvíos entre el plan versus la realidad, es decir, comparar el consumo obtenido realmente luego de haber realizado el movimiento de una carga, contra el que se hubiera esperado de acuerdo con los estándares particulares. Por ello, esta medición debe ser llevada a cabo de manera periódica, prestando atención a la evolución de los desvíos entre lo realizado y lo planeado.

El responsable de la gestión de los datos incorporará la información que le permita comprar lo real con lo esperado en una hoja de cálculo o sistema informático. Una vez hecho esto, será posible confeccionar una tabla de características parecidas a la que se muestra a continuación.

PATENTE	CHOFER	KM TOTAL FEBRERO	CARGA YPF RUTA	CARGA EN EMPRESA	OTRAS CARGAS	CARGA TOTAL	CONSUMO CADA /100KM	DESVÍO ENTRE CONSUMO REAL Y ESPERADO
ABC100	Alberto G.	7.016		2.183		2.183,00	31,1	-8,5
ABC101	Axel A.	2.143		601		601,00	28,0	-17,5
ABC102	Matías V.	8.235	1.514,37	1.534		3.048,38	37,0	8,9
ABC103	Ernesto T.	3.170		1.022		1.022,00	32,2	-5,2
ABC104	Damián L.	8.076	100,00	2.680		2.780,00	34,4	1,2
ABC105	Martín P.	3.878	652,920	908		1.560,42	40,2	18,3

Si los datos de la tabla son consistentes, es conveniente que el responsable de Tráfico (ver más adelante) efectúe un control periódico de la flota. En todos los casos en que se encuentre que el desvío "Consumo real – Consumo esperado" resulte un valor en exceso o defecto que llame la atención, es conveniente considerar la búsqueda racional de las causas que expliquen este desvío atípico. A modo de ejemplo, en muchos procesos se utiliza un código de colores tipo "semáforo" (puestos de forma automática por el programa informático, como por ejemplo, una hoja de cálculo), para los valores de la columna "Desvío", el cual tiene la lógica siguiente:

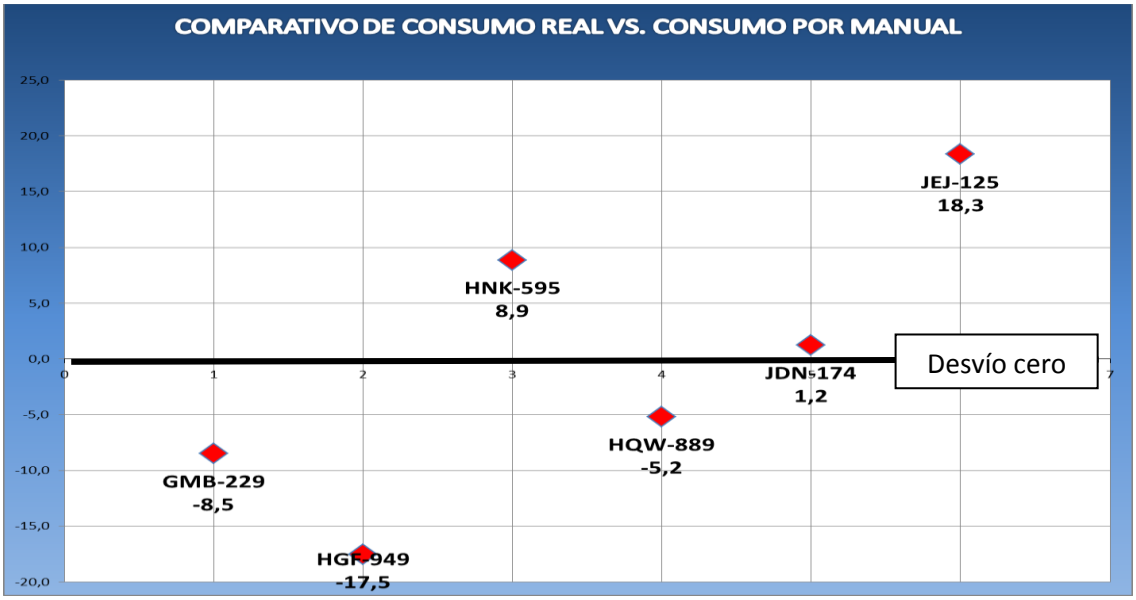
a) Color verde: el consumo observado se encuentra por debajo del consumo esperado;

b) Color amarillo: el observado es igual al esperado o está dentro del margen de diferencia por encima del esperado;

c) Color rojo: el observado es superior al margen de diferencia por encima del esperado.

La periodicidad adecuada para controlar el consumo de los vehículos es recomendable que sea mensual, aunque en flotas con poco movimiento se podrá extender a bimestral o trimestral, y en flotas con mucho movimiento, reducir a quincenal o incluso semanal. Esto es solamente una referencia, y cada empresa podrá tener su propio esquema y plan periódico de control de acuerdo a sus capacidades y necesidades.

La utilización de gráficos resulta también una herramienta muy útil ya que, de manera rápida se obtiene información específica sin tener que estudiar detenidamente toda una tabla. Se muestran a continuación ejemplos de gráficos asociados:



Este gráfico muestra el desvío del consumo real de varias unidades de una flota de igual marca, comparado con lo que indica el manual del fabricante.

Un gráfico como el anterior permite comparar, para cada vehículo de la flota (cada rombo representa un vehículo), el consumo de combustible cada 100 km realmente obtenido contra lo que se tiene como dato estándar o esperado sugerido por los manuales. En el eje vertical se representan los desvíos (litros cada 100 km, por ejemplo) con respecto al valor esperado. Puede observarse que los vehículos identificados como HNK 595 y JEJ 125 han contabilizado un consumo superior al esperado, ya que sus valores reales obtenidos se encuentran en la zona que está por encima del valor 0 del eje vertical. En el mismo ejemplo, el resto de los vehículos mostrados han tenido un consumo inferior al esperado, lo cual se manifiesta en la zona por debajo del 0 en el mismo eje vertical.

Para obtener el consumo anual cada 100 km durante el año, se tendrá la precaución de realizar la media de consumo, no a partir de las medias de consumo de cada mes, sino de los kilómetros totales recorridos en el año por cada vehículo y de los litros de combustible que se utilizaron para ello. Es decir que, como procedimiento correcto, el cálculo del consumo anual cada 100 km no debe hacerse a partir de los consumos mensuales. La forma correcta es calculando todos los litros de combustible cargados por vehículo en el año y dividiéndolos por la totalidad de km recorridos en el a ese período En efecto, los km recorridos cada mes frecuentemente son diferentes y, por lo tanto, su influencia en el promedio total anual no es igual en todos los casos.

Una vía para la mejora de la eficiencia en la gestión del combustible consiste en la realización y control mensual del cuadro correspondiente de consumos y kilometrajes de los distintos vehículos. De ese análisis pueden surgir nuevas estrategias, como por ejemplo asignar las rutas más largas a quienes conducen con mayor eficiencia, con las unidades que menos consumen[7].

c. DISPONIBILIDAD DE CARGA DE COMBUSTIBLE PROPIO

Disponer de tanques de combustible propios en las bases operativas de las empresas de transporte, contribuye a disminuir la partida de gastos.

Por una parte, porque éste se obtiene a un precio considerablemente inferior al existente en las estaciones de servicio. Esto es debido a que los proveedores de combustible, generalmente empresas petroleras y distribuidoras, ofertan precios más bajos para grandes pedidos. Por otra parte, para la empresa de transporte resulta más sencillo y eficaz el control de las cargas, pudiendo incluso automatizarse la toma de datos mediante sensores a distancia y caudalímetros monitoreados desde un puesto de control centralizado. Sin embargo, deben estudiarse diversos factores para evaluar la verdadera conveniencia de esta solución, tales como:

- Que el tamaño de la flota y el consumo de combustible sean tales que justifique la inmovilización de capital de trabajo invertido combustible almacenado.
- Que exista espacio suficiente para ocupar con el tanque y la estación de carga. Debe tenerse en cuenta que existen disposiciones reglamentarias muy restrictivas para los depósitos de combustible, su tamaño, ubicación, materiales y cuidados ambientales.
- Debe asignarse un determinado personal para el cuidado y carga.

4.5 DISMINUCIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Generalmente existen tres vías para la mejora de la eficiencia energética en el uso de los vehículos:

1) Optimización de rutas reduciendo los kilómetros recorridos a los estrictamente necesarios
2) Reducción de consumo por kilómetro recorrido
3) Optimización de la red logística

[7] Teniendo siempre en cuenta las implicancias en las relaciones laborales que estas designaciones pueden tener.

a. OPTIMIZACIÓN DE RUTAS

Realizar una óptima planificación de rutas es un factor clave para el ahorro de combustible. Existen herramientas para los administradores de flota con a tal fin.

Los factores a considerar son:

- **Conocimiento de estándares:** deben tenerse en cuenta los estándares de la flota a partir de los valores esperados respecto a distancias, tiempos de viaje, consumo normal de combustible, número de paradas recomendado, etc.

- **Elección del vehículo:** conocidos el lugar de salida y el de destino, se debe escoger el vehículo que (en las condiciones adecuadas de seguridad y posibilidades de cubrir las necesidades del servicio), se encuentre más cerca del punto de llegada. De esta forma se reducen en la medida de lo posible los kilómetros que se realizarán sin carga. En caso de disponer de varios vehículos que cumplan con los requisitos necesarios, se debe seleccionar aquel que tenga un consumo menor.

- **Elección de ruta:** a la hora de elegir las rutas que llevarán al vehículo al punto de salida de la carga, se debe seleccionar aquella ruta que, siendo una vía rápida, presente menos inconvenientes de saturación de tráfico a las horas previstas de trayecto, y que al mismo tiempo minimice el número de kilómetros a realizar. En caso de presentarse varias rutas de parecidas características, se debe escoger la que presente un recorrido menos irregular, es decir con menores tramos en subida o bajada, menor cantidad de curvas y pavimentación más regular, con el fin de lograr el menor consumo medio del vehículo. El uso de GPS y las aplicaciones disponibles en teléfonos celulares e internet facilita esta tarea notablemente.

- **Tasa de ocupación**: lo ideal es llegar a una tasa de ocupación del 100% de los vehículos. De esta manera se procura que realicen el menor número posible de kilómetros sin carga (en vacío), ya que estos trayectos tan sólo generan un gasto inútil de combustible que no reporta beneficios a la empresa. De igual modo, se trata de minimizar también el tiempo de vehículo detenido.

- **Tipo de carga:** no se debe sobrepasar la carga máxima permitida. Por un lado, es un incumplimiento legal[8]. Pero además la sobrecarga produce un funcionamiento forzado del motor que aumenta la emisión de contaminantes atmosféricos, así como disminuye la vida útil de los neumáticos y de todo el vehículo, aumentando las emisiones.

- **Documentación relacionada con el viaje y la carga**: si bien no hacen a la reducción de emisiones, un ruteo bien planeado también considera la correcta documentación que debe llevar el vehículo.

- **Excepciones:** El cumplimiento de estas premisas para el transporte de cargas dependerá de las características del servicio brindado. Por ejemplo, existen clientes que exigen que se siga un determinado recorrido por razones comerciales o de servicio que le son

[8] Ley Nacional de Tránsito, N° 24.449, artículo 53, inc. d.

propias, el cual no se puede modificar, y que en muchos casos no es el mejor desde el punto de vista analizado. También pueden exigir horarios específicos de circulación. Ante estas circunstancias, se recomienda establecer, en lo posible, una gestión sustentable compartida con el cliente.

b. DISMINUCIÓN DE CONSUMO POR KM RECORRIDO

CHOFERES

Los choferes son un factor clave en el ahorro de combustible en empresas de transporte. Existen diversas formas de trabajar con ellos para arribar a los objetivos deseados.

CAPACITACIÓN/FORMACIÓN:

Resulta adecuada la formación de los conductores de la flota en las técnicas de la conducción responsable y sustentable. Es un hecho constatado que conductores con mayor nivel de formación suelen consumir menos combustible en sus vehículos para la misma operación, pero no siempre la mayor experiencia en conducción produce el mismo resultado. La formación, además, debe ser continua y, de ser posible, específica, dependiendo del tipo de vehículo que utiliza el conductor.

La conducción eficiente comprende una serie de técnicas que, unidas a una adecuada actitud del conductor, dan lugar a un nuevo estilo de conducción que logra importantes ahorros de combustible (del orden del 10% al 15% en promedio) y reducción de emisiones al medio ambiente, así como una mejora en la seguridad del conductor y del tránsito en general.

Estos logros se concretan en mejoras de distintos aspectos que se citan a continuación:

1. Ahorro de energía
2. Reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO_2)
3. Ahorro económico
4. Reducción de contaminación atmosférica
5. Mejora del confort y disminución del estrés en la conducción
6. Reducción del riesgo y gravedad de los accidentes
7. Reducción de los costos de mantenimiento

Como en todo proceso de aprendizaje, la experiencia es necesaria para alcanzar los objetivos deseados; así pues, una vez formado el conductor en las técnicas de la conducción eficiente, asimilará y perfeccionará las técnicas a través de su propia experiencia.

La formación puede llevarse a cabo directamente a través de la compañía que provee las unidades (prácticamente todas las empresas que venden camiones realizan capacitaciones), o bien, por medio de instituciones dedicadas a tal fin[9]. Además, es recomendable que la capacitación contenga tanto teoría como práctica. Es importante realizar renovaciones y actualizaciones periódicas de este tipo de recursos de formación, ya que tanto las novedades sobre los vehículos, las infraestructuras que atraviesan, el marco legal y la aptitud para el manejo pueden significar un mayor nivel de involucramiento de los conductores en el éxito de la actividad. Este último aspecto asegura también un compromiso de la empresa con la selección del personal adecuado para el tránsito vehicular.

CONDUCCIÓN EFICIENTE

Se denomina conducción eficiente al estilo de conducción que aprovecha las mejoras tecnológicas de los vehículos, aumentando su rendimiento, mejorando el consumo y disminuyendo emisiones. Es imperioso contar con adecuadas actitud y aptitud del conductor para lograr una conducción eficiente.

A continuación se brindan resumidamente las pautas que hacen a la conducción eficiente:

1) Conocimiento de las características de la unidad motriz por parte del conductor de los intervalos de revoluciones por minuto (rpm) del motor a los cuales el vehículo presenta el par máximo y la potencia máxima.

2) Arrancar el motor sin pisar el acelerador e iniciar la marcha transcurrido un minuto.

3) Utilizar la primera marcha de la caja de cambios sólo para poner en movimiento el vehículo, cambiando a los pocos metros recorridos por las relaciones de caja de cambios superiores, de manera de disminuir la cantidad de revoluciones por minuto del motor.

4) Realizar los cambios de marchas en la zona de par máximo de revoluciones del motor. Solamente en condiciones de mayor exigencia se realizarán los cambios en regímenes de revoluciones cercanos a la zona de potencia máxima. Es importante que tras el cambio, el motor quede dentro de la zona de par máximo, es decir, dentro de la zona “verde” o “dulce” del cuentarrevoluciones[10]. Realizar los cambios de forma rápida y acelerar tras la realización del cambio. No utilizar el doble embrague, ya que los motores modernos tienen sincronizadas sus cajas de velocidades.

5) Cuando se puedan llevar a cabo, se podrán saltar marchas, tanto en los procesos de aceleración como en los de desaceleración.

[9] Por ejemplo, la Fundación Profesional para el Transporte de la Federación Argentina de Entidades Empresarias de Autotransporte de Cargas (FPT-FADEEAC - http://fpt.fadeeac.org.ar); CESVI Argentina (www.cesvi.com.ar); Instituto de Seguridad Vial (ISEV - www.isev.com.ar); y otras.
[10] Ver en el Glosario “Zona dulce o verde”.

6) Durante la circulación, seleccionar la marcha que permita al motor funcionar en la parte baja del intervalo de revoluciones de par máximo. En cajas automáticas, se procurará que la caja sincronice la marcha más larga posible a través de la utilización del pedal acelerador.

7) Mantener una velocidad estable en la circulación evitando las aceleraciones bruscas y las frenadas innecesarias. Aprovechar las inercias del vehículo. En lo posible, no detenerse, ya que el arranque es un momento de alto consumo por parte del motor (por ejemplo, al visualizar un semáforo en rojo, y si la distancia y el tráfico del momento lo permiten, bajar la velocidad tratando de llegar al cambio de luces sin frenar por completo).

8) Ante la necesidad de desacelerar, se levantará el pie del pedal acelerador, dejando rodar el vehículo por su propia inercia. Utilizar en la mayor medida posible el freno motor[11] y en lo menor posible el freno convencional.

9) Reducir el ralentí. El ralentí es la marcha del motor en vacío, es decir con el vehículo detenido[12]. Dependiendo del modelo, el motor se mantiene entre las 700 a 1100 RPM. Para mejorar el consumo en ralentí:

   - Calibrar al motor para la marcha más eficiente en ralentí. Dependerá del modelo, pero en líneas generales podría ubicarse en 900 rpm.

   - Incorporar equipos de calefacción y refrigeración autónomos que no dependan del motor en funcionamiento.

   En las paradas prolongadas (por encima de 2 minutos de duración), apagar el motor, salvo en los vehículos que dependan del continuo funcionamiento de la unidad motriz para el correcto uso de sus servicios auxiliares.

10) Prever las circunstancias del tráfico y anticipar las acciones a llevar a cabo. Dejar suficiente distancia de seguridad con el vehículo precedente para poder frenar luego en menor medida que éste. Controlar visualmente varios vehículos por delante del propio.

11) La seguridad vial por encima de todo: en la mayoría de las situaciones son aplicables las anteriores reglas, pero existen determinadas circunstancias en las que se requieren acciones específicas distintas (tales como aceleraciones o frenadas) para que la seguridad no se vea afectada[13].

En las siguientes páginas se pueden encontrar otros materiales y recomendaciones útiles tanto para conductores como para administradores de empresas de transporte de carga.

---

[11] Ver en el Glosario

[12] En motores antiguos, la detención abrupta del motor podía producir un sobrecalentamiento de la turbina de inyección de combustible, y por esta razón los conductores acostumbraban mantener el motor en marcha si la parada era breve. Este problema ya no existe en los motores actuales.

[13] Esta es una regla general. No implica que si determinadas circunstancias del tránsito lo demandan (especialmente relacionadas con seguridad vial), no se deba erogar mayor potencia para acelerar el vehículo.

INCENTIVACIÓN

Siempre que sea posible, una iniciativa a tener en cuenta es el establecimiento de un sistema de incentivos a los conductores. La empresa puede crear una política de incentivos premiando los bajos consumos de combustible, estableciendo premios basados en los ahorros de combustible mensuales que se obtengan en la flota. Esto es más fácil de acometer si se realiza un seguimiento de los datos de consumo de cada conductor.

Se pueden plantear, pues, dos estrategias distintas:

- Incentivos comunes a toda la plantilla: a partir de los promedios mensuales, trimestrales, semestrales o anuales, se establecen premios por productividad, en función de las disminuciones de consumos promedio obtenidas en la flota.

- Incentivos individuales: de la misma manera, si se tiene un control de consumos por conductor se puede, a partir de las evoluciones en los promedios de consumo (ya sean mensuales, trimestrales, semestrales o anuales), establecer premios por productividad según la reducción de consumos, de manera de aumentar la vinculación y el interés de los conductores de la flota por el ahorro de combustible. Es evidente que estos premios no se deben basar sólo en el consumo en litros totales, sino también contemplar los recorridos realizados, las cargas transportadas, el cumplimiento de los tiempos de viaje comprometidos, la cantidad de clientes abastecidos y otras condiciones de servicio.

Estas acciones, sin embargo, deben realizarse con cuidado pues pueden dar lugar a tensiones entre los conductores o también resultar en conflictos de índole laboral y/o gremial.

VEHÍCULOS

Adquisición del vehículo:

El primer factor relevante en la eficiencia de los vehículos de la flota consiste en la adquisición adecuada de los mismos para las tareas que van a desarrollar (potencia adecuada para el uso requerido del vehículo).

Otro factor a tener en cuenta al momento de su compra es la elección del color, ya que colores oscuros incrementan el uso del equipo de aire acondicionado y consecuentemente el aumento del consumo de combustible, mientras que los colores claros actúan de manera contraria.

Mantenimiento y otros controles periódicos:

Ya sea tanto por el cumplimento de la legislación de tránsito, como por la búsqueda permanente de condiciones más eficientes y productivas del uso de la flota, los vehículos deben ser sometidos a los controles y verificaciones que se requieran o bien que se recomienden en sus manuales de fábrica. En la legislación argentina, por ejemplo, es obligatorio llevar a cabo la Revisión Técnica Obligatoria de acuerdo con lo establecido en el Decreto Reglamentario 779/95, artículo 34, de la legislación argentina. El cumplimento de esto no sólo asegura un uso racional y sustentable de las flotas sino que también es una cara visible del compromiso que tienen las empresas de transporte para el tránsito responsable por la red vial.

c. OPTIMIZACIÓN DE LA RED LOGÍSTICA

La reducción de emisiones puede pensarse de la siguiente forma:

Uso de herramientas de gestión y planificación intermodal

+

Inclusión de criterios de disminución de emisión de GEI en el diseño logístico

=

Reducción significativa de emisiones

Por lo tanto existe diversidad de que estrategias contribuyen a la mejora del consumo de combustible, algunas de las cuales se citan a continuación. Debido a que la presente Guía se centra en las estrategias sobre vehículos y conductores, solo se hace una simple enumeración:

- Estrategias de abastecimiento
- Ubicación y dimensionamiento de las plantas de fabricación
- Ubicación y tamaño de los nodos logísticos
- Estrategias de distribución de red
- Configuración de rutas
- Estrategias de reposición
- Asignación del modo de transporte según la ruta
- Estrategias de transporte

5. GESTIÓN DE NEUMÁTICOS

5.1 GENERALIDADES

Del mismo modo que el control de consumo de combustible es un factor económica y sustentablemente importante, los neumáticos y su correcto uso también deben constituir una preocupación obligatoria en la actividad de transporte. El correcto y responsable control de los neumáticos de los vehículos es un factor clave tanto para la conducción eficiente como para su contribución a la sustentabilidad de la actividad. El uso de neumáticos inadecuados o fuera de las especificaciones recomendadas, tanto por los fabricantes como por la legislación vigente, puede traer además graves inconvenientes en la seguridad del tránsito por la red vial.

5.2 ASPECTOS LEGALES

Los neumáticos están sometidos a variedad de normas, entre las que se citan las siguientes como más significativas aunque no únicas:

- La Ley N° 24.449, artículo 48, inciso l, sobre los requisitos que deben cumplir los neumáticos, como por ejemplo la profundidad del dibujo de las bandas de rodadura.
- Los requisitos de inscripción y homologación de neumáticos nuevos y reconstruidos en la Dirección Nacional de Industria (Secretaría de Industria, Comercio y Minería, Resolución 838/99 y subsiguientes).
- Normas IRAM 113319 a 111327 y otras respecto de diversas características

5.3 ALGUNOS ASPECTOS TÉCNICOS

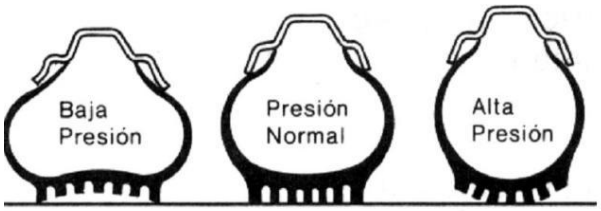
PRESIÓN DE LOS NEUMÁTICOS

La adecuada presión de los neumáticos forma parte de las prácticas más habituales con vistas a contribuir a una conducción más eficiente. Algunas características de esto son

- Cuando la presión es inferior a la recomendada, el resultado es un ensanchamiento de la banda de rodadura del neumático, lo cual produce un exceso de contacto de la misma con la calzada. Este trabajo adicional se manifiesta en una mayor propensión al consumo excesivo de combustible.
- De manera análoga, cuando la presión supera el valor adecuado el resultado es que, si bien el mismo neumático ofrece una superficie de contacto menor, también el régimen

de funcionamiento del mismo es sobreexigido con respecto al dimensionamiento con que fue diseñado por el fabricante. Este aspecto se traslada al mismo vehículo, introduciendo por ejemplo vibraciones adicionales mientras se encuentra en movimiento.

- Por lo anterior, lo más indicado es utilizar presiones que se le parezcan lo más posible a las que recomienda el fabricante de neumáticos, al mismo tiempo que dicho valor esté adaptado al tipo y nivel de carga que requiera ser transportado. Se supone, entonces, que el valor de fábrica es el que asegura un mejor desempeño del vehículo en sus distintos regímenes de funcionamiento y, al mismo tiempo, el que asegura un mínimo consumo de combustible.



BAJA PRESIÓN CORRECTA SOBRE INFLADO[14]

Para lograr que la presión sea la adecuada, existen básicamente dos alternativas:

- Control manual: La tarea la desarrolla el chofer de la unidad y consiste en realizar controles periódicos sobre el estado y presión de aire de los neumáticos con una frecuencia establecida (ejemplo: antes de la salida y durante el viaje, en cada parada programada) por medio de un manómetro y su correspondiente registro en formulario pre-establecido.

- Control automático - Calibrador Electrónico: Permite, en forma constante y automática, conocer y regular la calibración de los neumáticos manteniendo su presión, predeterminada en frío, aún con pinchaduras y con el vehículo en movimiento. Ante cualquier disminución de la presión preestablecida, por mínima que sea, en uno o más neumáticos, provocada por pinchaduras u otros motivos, automáticamente el equipo genera una señal audiolumínica (esto es, un aviso tanto sonoro como visual de la anomalía) que advierte al conductor sobre la existencia del problema y su localización. Al mismo tiempo comienza el proceso de inflado manteniendo la presión de calibrado en frío en forma permanente. Si la pérdida es de gran magnitud, por ejemplo un reventón, el equipo no logrará compensarla y hará bajar la presión del compresor. Entonces una señal audiolumínica advertirá la situación al tiempo que un dispositivo electrónico de seguridad bloqueará al equipo anulando la entrega de aire al neumático averiado. De esta manera se asegurará el normal funcionamiento de los restantes sistemas accionados por aire: frenos, suspensión, etc. Para vehículos equipados con compresor de aire.

[14] Imagen obtenida en http://talleresreartal.com/wp-content/uploads/2013/11/Neum%C3%A1ticos-4.jpg, recuperado el 16 de septiembre de 2015.

FRICCIÓN POR RODADURA

Es la fuerza contraria al desplazamiento del vehículo que se produce en el punto de contacto de las ruedas con el piso por el que se transita. Está condicionada por la cantidad de neumáticos, presión de su inflado, el ancho de los mismos, su alineamiento, etc.

Es importante elegir los neumáticos más adecuados para el tipo de ruta en que se circulará con mayor frecuencia (urbanas, autopistas, rutas asfaltadas, caminos secundarios). Las empresas comercializadoras de neumáticos poseen equipos de asesores para optimizar la elección del neumático a utilizar.

ALINEACIÓN Y BALANCEO

La correcta dinámica de las ruedas es otro factor de importancia a la hora de pensar en seguridad y en eficiencia de conducción. En efecto, pequeños desbalanceos en los elementos rodantes (en este caso, las ruedas), se amplifican enormemente conforme las velocidades de giro crecen, lo cual perjudica tanto los cojinetes que soportan dichos elementos como así también implica que se disipe energía que no se aprovecha durante la marcha. Por ende, un desbalance aumenta el consumo de combustible.

En el mismo sentido de lo anterior, un desalineamiento excesivo de las ruedas (especialmente las delanteras) trae como consecuencia un contacto inadecuado de la banda de rodadura del neumático contra la calzada, lo que a su vez conlleva desgastes desparejos en la banda y un mal manejo de la vida útil del mismo. Al igual que en el caso del balanceo, a mayor velocidad se perjudica más el consumo de combustible.

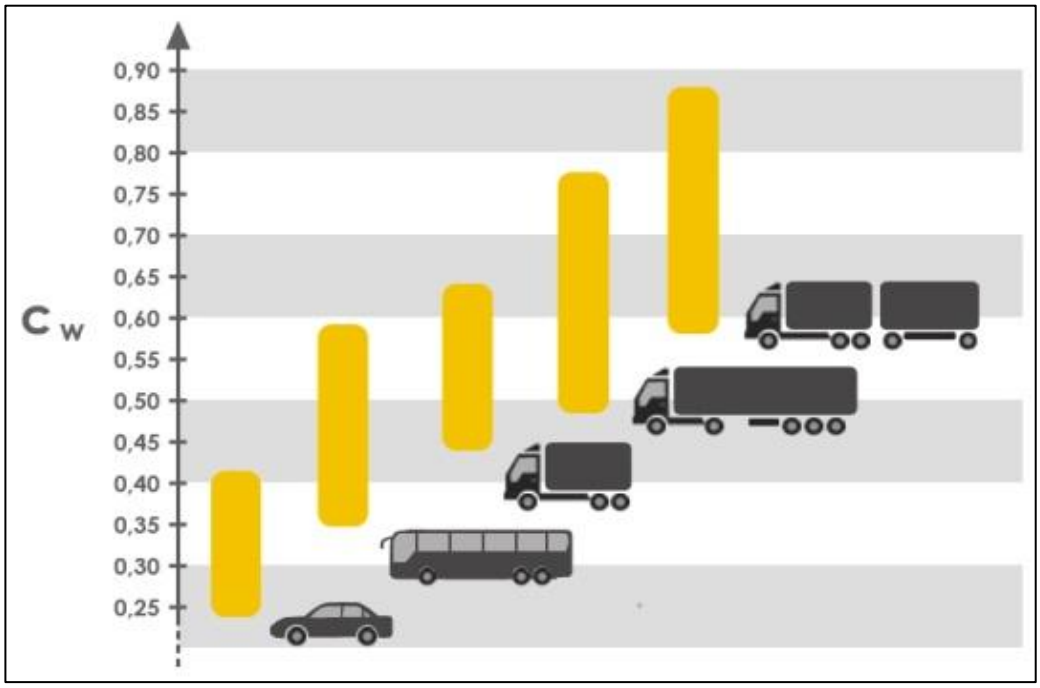
USO DE NEUMÁTICOS "RECAPADOS"

Es usual someter a un tratamiento de recuperación a las bandas de rodadura de las cubiertas cuando éstas han sufrido un cierto desgaste. Esto consiste en el agregado de una capa de caucho sintético mediante un proceso químico (vulcanización), cuyo resultado es la consolidación de este agregado al mismo neumático. Esto es lo que comúnmente en la Argentina se conoce como "recapado", es decir, crear una capa de nuevo material elástico para cubrir la banda de rodadura del neumático que se ha desgastado excesivamente.

Los fenómenos de desgaste por rodadura y la consideración de la velocidad de giro de los neumáticos constituyen un potencial peligro para todos los sistemas rotantes, y en especial, para el recapado. Cuando esta nueva capa va sufriendo su propio desgaste, los pequeños "flecos" o partes que van apareciendo en la nueva capa por este efecto, fuerzan más rápidamente el desgaste progresivo de la misma. Si no se controla correcta y periódicamente este aspecto de los neumáticos, se corre un peligro real de desprendimiento parcial o total del recapado, lo cual es una potencial fuente de peligros tanto para el propio vehículo como para otros que estén circulando en sus proximidades. Con la velocidad de giro de las ruedas, los trozos de recapado que se desprenden de los neumáticos pueden ser proyectados a velocidades que resulten peligrosas para otros vehículos y para los peatones.

6. AERODINAMIA

La aerodinamia de cualquier vehículo resulta esencial al momento de analizar los consumos de combustible, y más aún si se trata de camiones. En efecto, la forma geométrica de las superficies de los vehículos que se enfrentan con el aire en movimiento durante la marcha condiciona de forma significativa la resistencia que opone al vehículo la masa de aire, lo cual no trae sino consumos adicionales e indeseables de combustible.

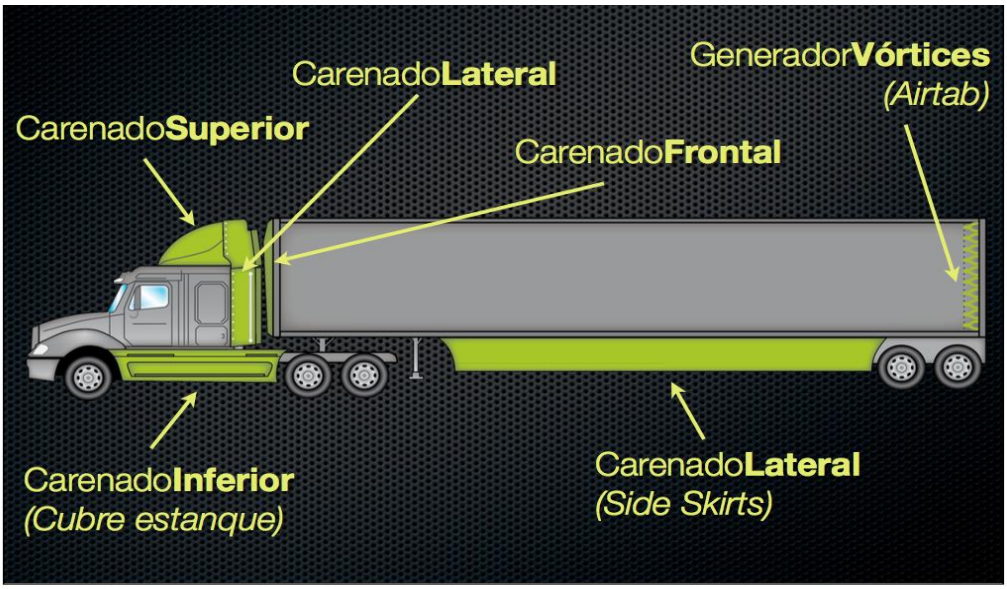


En la figura superior se muestran los valores promedios de los coeficientes de penetración aerodinámicos (C_x) en distintos tipos de vehículos. Físicamente, siempre se preferirán configuraciones constructivas que tengan bajos niveles de este coeficiente, lo cual significa que las mismas oponen menor resistencia a la corriente de aire en movimiento que los niveles altos. En definitiva, aquello que económicamente sea viable de agregar o de modificar en la forma aerodinámica del vehículo favorecerá el menor consumo de combustible y desgaste de los neumáticos.

MEJORAS DE LA AERODINAMIA DEL VEHÍCULO

Las mejoras aerodinámicas de los vehículos de transporte por carretera pueden ayudar a disminuir el consumo pero también tienen algunos efectos colaterales.

- Cambia la apariencia del vehículo.
- Se afectan dimensiones del vehículo y debe estudiarse que no se excedan las permitidas por las regulaciones.



Algunos dispositivos aerodinámicos que pueden adaptarse a camiones para disminuir su resistencia al aire en movimiento[15].

Resumen de medidas para mejorar la aerodinamia	
Supresión de bocinas y luces adicionales: Pueden tener una función estética, pero aumentan el consumo de combustible debido a que rompen la corriente de aire dirigida hacia el techo.	
Instalación de retrovisores aerodinámicos: Una forma más aerodinámica para estos indispensables aliados – en lugar de su tradicional aspecto plano – reduce el consumo de combustible, con mayores ventajas para vehículos rígidos.	

[15] ESTUDIO SOBRE AERODINAMIA APLICADA A LOS CAMIONES REALIZADO EN CHILE, Centro de Transporte de la Universidad Andrés Bello de Chile, 2011 (ver Anexo)

Colocación de aletas laterales: Denominadas “turning vanes” en inglés, son unas aletas que se instalan en los bordes de la cabeza tractora. Además de prevenir que la carrocería se ensucie, si se colocan en las esquinas redondeadas del camión el flujo aire discurre más limpiamente. Favorece más a vehículos rígidos y menos a vehículos articulados.	
Adaptación de Air Dam (spoiler): Es una extensión del paragolpes de la cabeza tractora que canaliza el aire que el camión recibe frontalmente hacia zonas más aerodinámicas, fundamentalmente los laterales de la cabina. Es de serie en muchos camiones modernos pero se puede instalar en camiones más antiguos.	
Instalación de paneles laterales: Cubren el espacio entre las ruedas delanteras y el eje trasero. Son más efectivos cuando hay vientos laterales, evitan que el aire se cuele bajo el vehículo y lo desestabilice. Mejora la seguridad de peatones y ciclistas. Muchos camiones destinados a viajes de larga distancia vienen equipados de serie con este elemento.	
Colocación de Deflector: Es un aditamento que se coloca en la cabina, puede ser bidimensional o tridimensional. Su función aerodinámica es bastante evidente, suavizar la transición entre la cabina y la unidad de arrastre o caja. El modelo completo, minimiza el espacio libre entre cabina y remolque, especialmente por los lados. En los vehículos rígidos puede ir completamente pegado, en los articulados no es posible ya que hay que dejar espacio para permitir giros pronunciados.	
Paneles cubre ruedas “EcoLiner”: Cubren el espacio libre bajo el remolque y tapan sus ejes. La corriente de aire no se introduce bajo el camión y no crea turbulencias.También incrementa la seguridad en caso de accidente.	

7. CONCLUSIONES

El cambio climático es un fenómeno que está teniendo lugar en la actualidad y representa una de las amenazas ambientales, sociales y económicas más importantes que afectan al planeta.

Se estima que **la logística es responsable del 14% de la emisión de GEI** (Gases de Efecto Invernadero) **en el mundo**, lo que la convierte en un factor importante para disminuir el problema. La creciente globalización aumenta la cantidad de viajes y emisiones, por lo que esta incidencia tiende a crecer.

Si consideramos que en Argentina el transporte por carretera ocupa un lugar preponderante, ya sea para movilizar pasajeros como mercancías, el problema es aún mayor.

Por tal motivo, es necesario implementar acciones tendientes a la disminución y en el mejor de los casos, eliminación de emisiones de GEI. La mejor alternativa pero la más difícil es no utilizar Gas Oil para generar la energía de movimiento necesaria, es decir, implementar el uso de GLP, motores Eléctricos o Híbridos, pero esta opción no está desarrollada completamente para poder implementarla.

No obstante, se pueden ejecutar acciones específicas para reducción del consumo de combustible y consecuentemente de las emisiones de GEI, implementando uno o varios de los lineamientos que fueron contemplados en la presente guía.

Algunos implican inversiones en equipos nuevos o en su reforma. Otros solo tienen que ver con mejorar procesos de medición y control y su costo de implementación termina absorbido rápidamente por los beneficios posteriores.

Cabe hacer notar que a partir de 2016 los camiones nuevos que se homologuen en la Argentina deberán contemplar el uso de la norma Euro V para el motor, con su correspondiente combustible. Seguramente habrá que esperar algún tiempo para observar sus efectos sobre el medio ambiente, pero al menos desde el punto de vista de la concientización, ya es un avance muy significativo.

8. GLOSARIO BREVE

CH_4: fórmula química del metano (ver entrada "GEI").

CO: fórmula química del monóxido de carbono (ver entrada "GEI").

CO_2: fórmula química del dióxido de carbono (ver entrada "GEI").

Conducción eficiente: es el estilo de conducción que aprovecha las mejoras tecnológicas de los vehículos, aumentando su rendimiento, mejorando el consumo y disminuyendo emisiones.

COVNM: abreviatura de "Compuestos Orgánicos Volátiles no Metánicos", es decir, que son compuestos no derivados del metano.

Emisiones fugitivas: en el sector Energía se considera así a las "provenientes de todas las actividades de petróleo y de gas natural. Las emisiones fugitivas pueden originarse en los escapes de los equipos (sin combustión), fugas y accidentes en cualquier punto de la cadena, desde la producción hasta el uso final. También se incluyen las emisiones por quema en antorcha, ya que se considera una actividad de combustión no productiva"[16].

Flota: es un conjunto de unidades de transporte reunidas con un mismo propósito, ya sea dentro de una misma organización o bien en distintas organizaciones, pero con un mismo objetivo en común.

Freno motor: en camiones, es un mecanismo que utiliza al mismo motor para frenar. En principio, el solo hecho de levantar el pie del acelerador dejando la caja de cambios en la marcha a la que se está rodando, produce un efecto de frenado por las propias resistencias mecánicas del motor. Sin embargo en camiones existen mecanismos que potencian este fenómeno, basados en dos técnicas: una, liberando los gases de compresión de los pistones del motor cuando estos están en la parte superior de los cilindros, produciendo así un vacío o contrapresión en estos, de tal manera que frenan el movimiento de los pistones y así frenan la velocidad de giro del cigüeñal. Otra técnica consiste en obstruir la salida de gases del motor, lo cual hace que los cilindros se colmaten y produzcan una presión que impide el ascenso y descenso de los pistones.

Gases de efecto invernadero (GEI)[17]. (En inglés: "Greenhouse Gases", GHG). Son gases que se encuentran presentes en la atmósfera terrestre y que dan lugar al fenómeno denominado efecto invernadero. Su concentración atmosférica es baja, pero tienen una importancia fundamental en el aumento de la temperatura del aire próximo al suelo, haciéndola permanecer en un rango de valores aptos para la existencia de vida en el

[16] Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, Inventario de Gases de Efecto Invernadero de la República Argentina – Años 2010 y 2012 - Sector energía - Informe final del 15 julio 2015. Disponible en: http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/ProyTerceraCNCC/file/1.%20Inventario%20GEIs%20-%20Energ%C3%ADa.pdf (consulta del 29 de agosto de 2015).

[17] Adaptado de: www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/GasesEfect.htm.

planeta. Los gases de invernadero más importantes son: vapor de agua, dióxido de carbono (CO_2) metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) clorofluorcarbonos (CFC) y ozono (O_3).

N_2O: fórmula química del óxido nitroso (ver entrada "GEI").

NO_x: expresión química genérica para los óxidos de nitrógeno (ver entrada "GEI").

Ralentí o ralenti: es el régimen de funcionamiento del motor cuando el vehículo está en vacío, en reposo.

SO_2: fórmula química del dióxido de azufre (ver entrada "GEI").

Unidad de transporte: Combinación inseparable, durante el viaje de una carga, de un sistema de tracción con motor o no, que actúa sobre uno o más dispositivos que contienen el producto (llamados bodega en la mayoría de los casos).

Zona dulce o verde del cuenta revoluciones: se denomina así al intervalo de velocidad del motor, medida en revoluciones por minuto, para el cual se da la mejor combinación entre potencia erogada, par motor y consumo específico, lo cual redunda en la mayor eficiencia del motor. La denominación "verde" es porque los taquímetros marcan este intervalo con ese color, y "dulce" por ser el intervalo en que el motor mejor se comporta.

9. Anexo: RESUMEN DEL ESTUDIO SOBRE AERODINAMIA APLICADA A LOS CAMIONES REALIZADO EN CHILE

El Centro de Transporte de la Universidad Andrés Bello de Chile, realizó en 2011 un estudio de campo sobre los efectos de mejoras aerodinámicas en la disminución del consumo de combustible en camiones, liderado por Julio Villalobos, el apoyo de la Agencia Chilena para la Eficiencia Energética y la empresa de transporte TNT.

El sector de transporte es responsable del 33% de la matriz de consumo energético de Chile. En el caso del transporte de carga, el combustible presenta hasta un 40% de los costos totales de operación. Por eso la agencia Chilena de eficiencia energética realizó un estudio sobre la aerodinámica de los camiones. Para realizarlo tomó el protocolo SAE J-1321, utilizado por más de veinte años en Estados Unidos

Para realizar el ensayo, se establecieron los siguientes parámetros estándar:

- La ruta de prueba y la distancia
- El vehículo y su velocidad
- La carga
- Los conductores y observadores
- El combustible, tanto portátil como de ensayo
- Las herramientas:
    - Software: Detroit Diesel
    - Termómetro Láser
    - GPS
    - Opacímetro
    - Cronómetro
    - Termoanemómetro
    - El mantenimiento
- La presión de los neumáticos

Debe tenerse en cuenta que en Chile existe una topografía escarpada, lo que significa mayores exigencias para el motor y menor velocidad promedio que en la llanura, a diferencia de la Argentina en donde la mayoría del territorio es de escasa pendiente. Dentro de sus conclusiones, el estudio demostró que:

- Cuando existe "nariz" en el diseño del capot, se ahorra 3,96% de combustible en comparación con el diseño de cabina frontal.
- Al quitar 5.540kg de carga, se produjo un 7% de ahorro en combustible. Sin embargo, quitando 11.700kg de carga, el ahorro fue de 13,27%, vale decir que la respuesta a la disminución de carga no es lineal.
- La productividad aumentó en un 6% de las operaciones totales (el 15,39% del 40% sobre el total del costo de operaciones).
- En el marco de la rentabilidad, se estima recuperar la inversión en un plazo de 7 a 11 meses.
- Reducción significa de la contaminación por parte del efecto invernadero.
- El estudio dio lugar a la generación de la norma chilena "Método de prueba para la determinación del consumo de combustible para vehículos de transporte terrestre", NCh3331.

Efectos de las soluciones aerodinámicas	
Diseño original	
El kit estándar aerodinámico produce un 11,96% de ahorro de combustible. El mismo incluye el carenado lateral y superior de la cabina.	

El kit intermedio genera un 13,64% de ahorro. Este suma el carenado inferior (cubre tanque), carenado lateral (side skirts o falda) y el carenado frontal.	
El kit completo generó un ahorro del 15,39%. Este último tiene el generador de vórtices (airtab).	

10. MIEMBROS DEL OBSERVATORIO DE LOGÍSTICA Y SUSTENTABILIDAD

A la fecha de publicación de este documento, forman parte del OLS:

Empresa	Representante	Empresa	Representante
Administración General de Puertos	Raúl A. Vega Herrera	Plaza Logística	Eduardo Bastitta Harriet
Andreu Transporte	Eduardo Andreu		Ezequiel Álvarez
	Fabián Andreu	Terminales Río de la Plata (TRP)	Facundo Hernández
Arcor	Alejandra Mariela Grbich	Ternium	Ignacio Jorge Jiménez
	Juan Guzmán	Tradelog	Matias Patrón Costas
BDO	Javier Orloff	Trivialtech	José Tamborenea
Carrefour	Gonzalo Alava	Unilever	Marcelo Morandini
	Hernán Zavaley		Rubén López
Celsur Logística	Fernando Pereyra	Webpicking.com	Fabio Contino
Exolgán	César Guidi		Rodolfo Fiadone
	Sergio Gaffoglio	Yusen Logistics	Alejandro Wolf
	Tomas Indavere		Juan Manuel Aguilera
Grupo Logístico Andreani	Gabriel Pérez	Zarcam Logística	Mauricio Carranza
Iflow	Hernán Larrivey		Ernesto Tentori
	Juan Ignacio Goya	Independientes	Juan Guarnieri
ITBA	Arturo T. De Zan		Julieta Abad
	Fernando Cedrés		Martín Baretic
	Jorge Tesler		
	Liliana Bertini		
Loma Negra	Paulo Matías Ortiz		
Molinos Río de la Plata	Julián Sabatte		
	Maximiliano Gioffre		

Director: Jorge Tesler
jtesler@itba.edu.ar

Coordinador: Rodolfo Fiadone
Itba_clio@itba.edu.ar

Colaborador académico: Arturo T. De Zan
adezan@itba.edu.ar

Buenos Aires, octubre de 2015.