

Guía de Adecuación Operacional

Programa, Promoción de la Incorporación de Herramientas de Gestión en Eficiencia Energética en el Transporte de Carga a Nivel Nacional, considerando Sectores y Regiones



Ministerio de
Energía

Gobierno de Chile



Agencia de
Sostenibilidad
Energética



Giro limpio
la ruta verde para Chile



La Agencia de Sostenibilidad Energética

A través de su Programa Giro Limpio, agradece la colaboración en el desarrollo de la presente Guía a los siguientes profesionales y empresas:

Documento desarrollado por:

Agencia de Sostenibilidad Energética

Comité de redacción:

Matías Vera
Francisca Troncoso
Fernanda Cabañas
Cristina Victoriano
Carolina Parra

Diseño:

Tamara Osses

Derechos reservados
Prohibida su reproducción

Contenido

Introducción

1. Tipos de vehículos y carrocerías
2. El peso de los vehículos
3. Consideraciones sobre aerodinámica
4. Régimen de marcha y velocidad de operación
5. Gestión de neumáticos
6. Operación del ralentí



Introducción

La presente guía forma parte de un conjunto de herramientas desarrolladas por la Agencia de Sostenibilidad Energética, con el patrocinio del Ministerio de Energía, bajo el programa **“Promoción de la Incorporación de Herramientas de Gestión en Eficiencia Energética en el Transporte de Carga a Nivel Nacional, considerando Sectores y Regiones”** del año 2012, con la finalidad de instalar el concepto de eficiencia energética como tema central en la gestión de las empresas de transporte de carga.

El conjunto de herramientas disponibles incluye el desarrollo de un conjunto de guías y brochures, las que se encuentran en proceso de actualización de contenidos e incorporación de casos de éxito de distintas empresas socias del Programa Giro Limpio: Programa de Transporte de carga eficiente, nacional, voluntario y gratuito impulsado por el Ministerio de Energía y administrado por la Agencia de Sostenibilidad Energética.

Los temas abordados son:

- Unidad de Eficiencia Energética.
- Adecuación Operacional.
- Registro de Datos.
- Capacitación de Conductores.
- Alistamiento.

- Sistema de Incentivos.
- Medidas de eficiencia energética (EE).
- Evaluación económica de medidas de EE.
- Metodologías de control: Equipamiento electrónico.
- Metodología para la medición de impacto de medidas de EE.
- Manejo de la información para el seguimiento de iniciativas de EE.
- Contenidos para capacitación en conducción eficiente.

Como es evidente, la eficiencia energética de una operación de transporte dependerá de las características de los vehículos que se emplean y de la manera como ellos se utilizan. El propósito de esta Guía es asistir a los operadores en el aseguramiento de que los vehículos empleados sean los más apropiados a las características de cada operación y en la instalación de ciertas prácticas de uso de los vehículos, específicamente orientadas a **reducir los consumos de combustible**.

Los contenidos de la presente guía son: tipos de vehículos y carrocerías; asuntos relacionados con el peso de los vehículos; consideraciones sobre la aerodinámica de los vehículos; régimen de marcha y velocidad de operación; gestión de neumáticos; y operación en ralentí.

1.

Tipos de vehículos y carrocerías

Una de las decisiones más básicas que debe tomar una empresa de transporte de carga es el tipo de vehículo y carrocería que conviene emplear para las operaciones que realiza y sus particulares condiciones de operación. En este capítulo se examinan los principales aspectos del proceso de selección de vehículos y se presenta una clasificación de vehículos y sus respectivas aplicaciones.



Figura 1. Una buena adecuación operacional considera, por ejemplo, soluciones aerodinámicas apropiadas para el tipo de carga transportada. En la figura se muestran tractos con este tipo de mejoras incorporadas

Es necesario enfatizar en esta guía de adecuación operacional que la decisión sobre el tipo de vehículo que se debe emplear en una operación determinada está muy lejos de ser trivial; es algo a lo que el operador debe prestar cuidadosa atención y que tendrá un impacto substancial y permanente en muchos aspectos de su negocio, incluyendo por supuesto la eficiencia energética y los costos de mantenimiento.

El ejemplo más frecuente de inadecuada atención a la selección de tipos de vehículos que se observa en las carreteras nacionales es el transporte de contenedores sobre plataformas, incluso plataformas con barandas, lo que incrementa significativamente el peso transportado y en consecuencia el combustible empleado y en general el costo de la operación. A pesar de que actualmente se observa que muchos operadores emplean semirremolques portacontenedores, los que eran virtualmente

desconocidos en el país unos diez o quince años atrás, está claro que queda mucho espacio por recorrer en esta materia.

Otro asunto relativo al tipo de vehículo que conviene comentar por la frecuencia con que se observa en el país es el uso plataformas planas con carpas, práctica rara vez observada en las economías más desarrolladas. El uso de carpas tiene varias desventajas:

- i) se requiere tiempo para encargar, amarrar, desencargar y desamarrar la carga; este tiempo no es menor y sin duda reduce la disponibilidad efectiva del vehículo para mover carga;
- ii) el encarpado y desencarpado, involucran costos no menores en la forma de tarifas que se deben pagar a personal contratado especialmente al efecto;

iii) el efecto de la carpa sobre la aerodinámica del vehículo puede ser considerable, incrementando los consumos de combustible significativamente por sobre los que se podrían conseguir si se usan soluciones de buen diseño aerodinámico. No cabe duda que mucha de la carga que todavía se transporta en plataformas planas con carpas se puede transportar en furgones cerrados o en carrocerías con cortinas y esto es algo a lo que el operador debe prestar atención.



Figura 2. Además de una buena aerodinámica en el tractor, la correcta distancia entre este y el semirremolque permite reducir las pérdidas por resistencia aerodinámica. En la figura se muestra un ejemplo donde la distancia entre ambos elementos se ha optimizado para reducir el consumo de combustible.

También es interesante considerar el caso de cargas que por su peso no alcanzan a completar la capacidad del vehículo en tonelaje, pero si ocupan toda la superficie disponible en los compartimientos de carga. En vehículos cerrados, especialmente aquellos de carga lateral equipados con cortinas, a menudo se observa que la altura de los materiales está muy lejos de alcanzar la altura del vehículo, de manera que en efecto los viajes se hacen con bastante menos carga de la que el vehículo podría llevar, generando ineficiencias de varios tipos. En esos casos lo lógico es usar vehículos de doble plataforma.

La opción de usar camiones rígidos versus la opción de usar tractores es otra materia básica a la que se debe prestar atención preferente.

Es indiscutible que en operaciones que requieren vehículos de capacidades medianas, los camiones rígidos siempre han sido preferidos y posiblemente continuarán siendo preferidos porque se acomodan mejor a los espacios

disponibles en los puntos de recolección y entrega de materiales. Por otra parte, en operaciones de vehículos pesados, la combinación tractor-semirremolque tiene una ventaja indudable sobre la combinación camión-remolque, cual es que el mismo tractor se puede emplear con cualquier tipo de carrocería. Además, permite que la operación se organice con desacople de semirremolques, de tal manera que los vehículos motrices se mantienen operando una proporción más alta del tiempo y casi con seguridad se reducen el kilometraje total necesario para movilizar un volumen determinado de carga. Estas reducciones se traducen en menores consumos de combustible por unidad de carga transportada, es decir en mejoramientos de la eficiencia energética de la empresa.

Finalmente, conviene tener presente, que en general, los vehículos más especializados son más eficientes, precisamente porque se han diseñado y construido con un propósito específico, lo que permite optimizar sus características para esa aplicación. La práctica de algunos operadores de usar los mismos vehículos para todo tipo de operación en sí misma genera ineficiencias y costos adicionales.

Sería literalmente imposible que en esta guía se presentaran o examinaran todos los tipos de vehículos y carrocerías que existen en el mercado de equipamiento de transporte. Sin embargo, a fin de asistir a los operadores en el desarrollo de una aproximación sistemática a esta selección, los vehículos de carga se han clasificado en cinco grupos.

- Camionetas
- Furgones de distribución
- Camiones livianos y medianos
- Camiones pesados
- Camiones tractores

2.

El peso de los vehículos

El peso de los vehículos es factor decisivo en los consumos de combustible. La evidencia internacional sobre la materia es abrumadora, además de que responde al sentido común y a los principios más elementales de la física. Las acciones que el operador puede tomar para controlar el efecto del peso, son analizadas en este capítulo.

Es oportuno recordar que las dificultades de implementación de medidas de eficiencia energética en transporte están más bien relacionadas con cuestiones de orden cultural y de hábitos de las personas que con materias técnicas. No hay duda que varias de las medidas de control de pesos que se proponen en la tabla que sigue encontrarán resistencia al interior de la empresa, sea entre los conductores, los operadores de patio o incluso miembros de la alta administración. Es preciso entender que en gran medida los argumentos no tienen sustento en datos registrados que puedan ser analizados con rigor, casi siempre se trata de percepciones, creencias y hábitos desarrollados en el pasado, argumentados de buena fé y que son muy difíciles de abandonar, entre otras razones porque producen inseguridad. Por ello es importante justificar estas medidas con datos concretos, mediciones y experimentos que se pueden enmarcar en programas de innovación y desarrollo (I+D). Es importante que las experiencias relacionadas se traduzcan a un lenguaje adecuado a la realidad cotidiana conocida por el personal involucrado. Las recomendaciones presentadas a continuación no tienen nada de abstracto, sino que se

refieren a cuestiones muy concretas que con seguridad conoce toda persona involucrada en transporte

Acciones de control de pesos



Figura 3. En la figura se muestra un vehículo diseñado específicamente para el movimiento de material.

A continuación, se detallan una serie de tareas a realizar durante el proceso de selección que afectan el peso total del vehículo y por lo tanto su rendimiento para una faena dada.



Tipo de vehículo

Entender la operación y elegir el vehículo correcto.



Peso total transportado

Transportar más carga en vehículos más grandes y con alta ocupación.



Especificaciones

Desarrollar cuidadosamente especificaciones para cada operación.



Composición de la flota

Especializar la flota, cada vehículo en su uso específico.



Tipos de carga

Considerar cuidadosamente el impacto sobre el peso al transportar carga diferente de aquella para la cual el vehículo se ha especificado.



Ruedas

Emplear llantas de aleaciones de aluminio siempre que las condiciones de operación no sean particularmente duras y les causen daño.



Parachoques

Evitar el uso de parachoques especialmente pesados y emplear parachoques de aluminio cuando sea posible.



Componentes de carrocerías

Evitar la incorporación de componentes adicionales a los originales en las carrocerías, tales como barandas y

plataformas adicionales. Diseñar las carrocerías para un uso en particular y permanecer con ese diseño y ese uso.



Construcción de carrocerías

Emplear materiales como aluminio o sintéticos en lugar de acero o madera en la construcción de carrocerías.



Vehículos especiales

En operaciones de fabricación especial considerar cuidadosamente bastidores más livianos que el estándar, por ejemplo, con componentes de menor espesor o reduciendo el número de miembros de la estructura.



Dimensionamiento

Dimensionar vehículos, carrocerías y componentes para su uso efectivo, sin exagerar dimensionamiento como "reserva".



Combustible

Estudiar requerimientos reales de capacidad de combustible, almacenar a bordo el volumen necesario según autonomía necesaria establecida estadísticamente.



Cajas de herramientas

Sólo se deben portar cajas de herramientas cuando el operador es quién efectúa reparaciones en terreno.



Neumático de repuesto

A menos que efectivamente el conductor se haga cargo de cambios y reparaciones de neumáticos, eliminar el neumático de repuesto y las herramientas asociadas. En su lugar asegurar por acción preventiva que se minimicen las fallas de neumáticos y proveer un buen servicio de soporte en terreno, directamente o por contrato con terceros.



Cuantificar

Pesar frecuentemente los vehículos, para formar una base de datos que refleje efectivamente los pesos transportados.



Monitoreo

Monitorear el consumo por unidad de carga, litros por cada 100 km por Tonelada. Este indicador refleja las variaciones mejor que el rendimiento medido en kilómetros por litro.

Otro aspecto del de la elección que con seguridad generará resistencia es el impacto que medidas como las que se proponen podría tener sobre los costos de adquisición de los vehículos. No cabe duda que los componentes más livianos pueden ser más costosos, por ejemplo, las llantas de aleaciones de aluminio tendrán un costo inicial de adquisición más alto que las convencionales de acero, el desarrollo de un chasis especial será más costoso que la adquisición de una unidad estándar más pesada, etc. Si la empresa evalúa sobre la base de esas cifras, ciertamente no verá incentivo para reducir el peso de los vehículos.

Sin embargo, si se evalúa el costo total sobre la vida útil del vehículo, o sobre la duración de un contrato, los resultados muchas veces favorecerán el componente más costoso, debido al carácter continuado y recurrente del impacto que tienen los componentes más pesados sobre los consumos de combustible.



3.

Consideraciones sobre aerodinámica

La resistencia aerodinámica, o resistencia al viento, es una fuerza que se opone al movimiento de los vehículos hacia adelante. A medida que el vehículo avanza, debe abrirse camino entre el aire que se encuentra frente al vehículo, este desplazamiento de masas de aire genera fuerzas y turbulencias que tienden a retardar el movimiento.

En este capítulo se examinan los principales factores que determinan la eficiencia aerodinámica de los vehículos y se entregan recomendaciones prácticas sobre la materia.

A continuación, se describe brevemente los principios físicos de la aerodinámica:

A

La resistencia aerodinámica se origina en el roce del vehículo con el aire, en la separación de la masa de aire a medida que el vehículo la penetra y en la creación de un espacio semivacío en el extremo posterior del vehículo a medida que este libera espacio que vuelve a ser ocupado por el aire.

B

Las fuerzas aerodinámicas son proporcionales a la densidad del aire, al área seccional del vehículo y al cuadrado de la velocidad y en su magnitud interviene una propiedad denominada coeficiente de resistencia aerodinámica, que depende de la forma y configuración del vehículo.

C

La generación de espacios parcialmente cerrados en los cuales el aire penetra de manera incontrolada y genera turbulencia se traduce en resistencia aerodinámica adicional. El espacio entre la cabina de un tractor y el extremo de anterior de su semirremolque y el espacio entre una carga posicionada al centro de la plataforma de carga y el extremo de la plataforma son ejemplos de los espacios donde se produce este tipo de efecto.

D

Dado que la resistencia aerodinámica es proporcional al cuadrado de la velocidad, la limitación de esta última a una velocidad de crucero estandarizada es una medida efectiva de control de los efectos aerodinámicos.

El efecto de medidas de control de la resistencia aerodinámica puede ser considerable. Como en todas las medidas de eficiencia energética que adopten las empresas se recomienda que se registren datos y se realicen estimaciones basadas en dichos registros reales.

Existen cuatro zonas principales en un camión donde se produce resistencia aerodinámica: el área frontal, espacio entre el tractor y el remolque, debajo del chasis entre los ejes y en el área posterior.

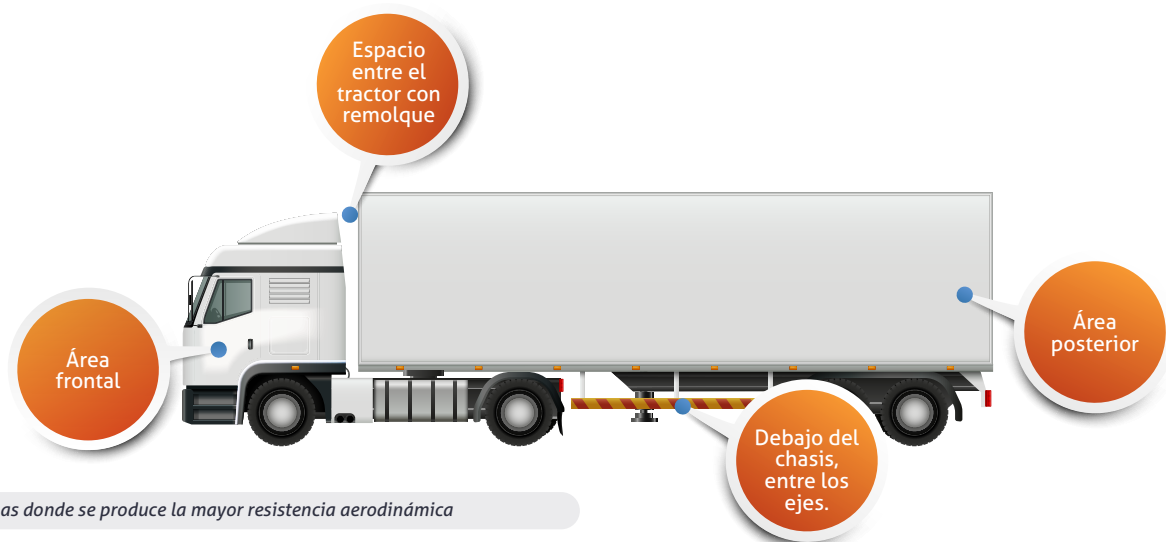


Figura 4: Zonas donde se produce la mayor resistencia aerodinámica

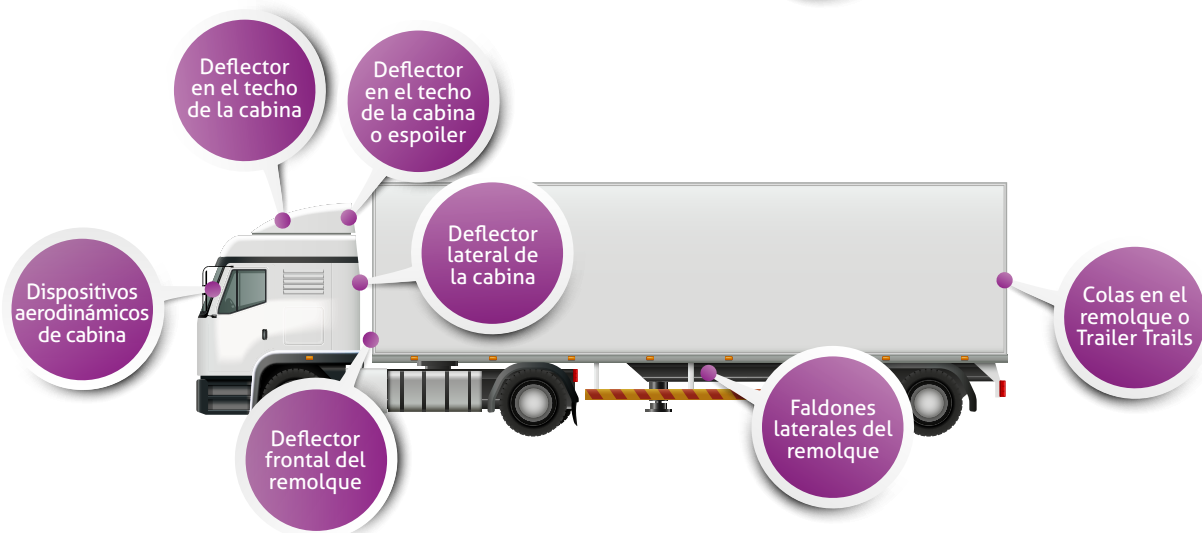


Figura 5: Tecnologías que reducen la resistencia aerodinámica

Instalación de dispositivos de control aerodinámico

Existe una variedad muy amplia de dispositivos, cuya efectividad está bien establecida por la experiencia. Estos dispositivos se aplican en distintas partes del vehículo como se detalla a continuación:

Área frontal

Conviene evitar unidades de carga mucho más altas que la cabina y si estas existen, es conveniente usar deflectores de aire.

Espacio cabina - semirremolque

En el espacio vacío entre la cabina de un tractor y su semirremolque, se genera turbulencia que produce significativa resistencia aerodinámica. En lo posible estos espacios deben ser cerrados con paneles de extensión de la cabina.

Deflectores de aire a la medida

Está demostrado que los deflectores de aire ajustados a la geometría del vehículo son significativamente más efectivos que las unidades planas que dejan abiertos los laterales a la circulación del aire y permiten la creación de turbulencia.

Ajustes de deflectores

Algunos deflectores de aire son ajustables en altura, para hacer coincidir sus bordes superiores con la altura de la carrocería o la carga. Los conductores deben ser capacitados para que realicen estos ajustes cuando sea necesario.

Viento atmosférico

El efecto del viento es incrementar la resistencia aerodinámica, aun cuando se trate de viento desde atrás del vehículo y en la dirección del movimiento (el llamado viento de cola). En consecuencia, bajo condiciones de vientos fuertes lo conveniente es reducir la velocidad, en lugar de tratar de vencerlo aumentando la velocidad.



Figura 6. Ejemplo de mejora aerodinámica incluyendo moldura en bordes de cabina, paneles laterales, y deflector frontal.

Estabilidad del vehículo

Los dispositivos aerodinámicos no sólo mejoran la eficiencia energética del vehículo, sino que además mejora su estabilidad durante la conducción.

Configuración del vehículo

Los efectos aerodinámicos son diferentes para diferentes configuraciones, es decir, para vehículos rígidos, articulados o de tiro y para diferentes tipos de carrocerías. Cada caso debe ser considerado separadamente para identificar y resolver sus problemas aerodinámicos específicos.

Carrocerías

Evitar el uso de plataformas planas y carpas amarradas tanto como sea posible. Usar en su lugar carrocerías con cortinas de buen diseño aerodinámico, de modo que se reduzca la resistencia producida por el aire al movimiento del vehículo.

Posicionamiento de la carga

En vehículos abiertos la carga forma parte de la forma del vehículo y por lo mismo afecta su aerodinámica. La carga debe ubicarse de tal manera que no incremente el área frontal del vehículo y tan cerca de la cabina como sea posible considerando las limitaciones de pesos por eje.

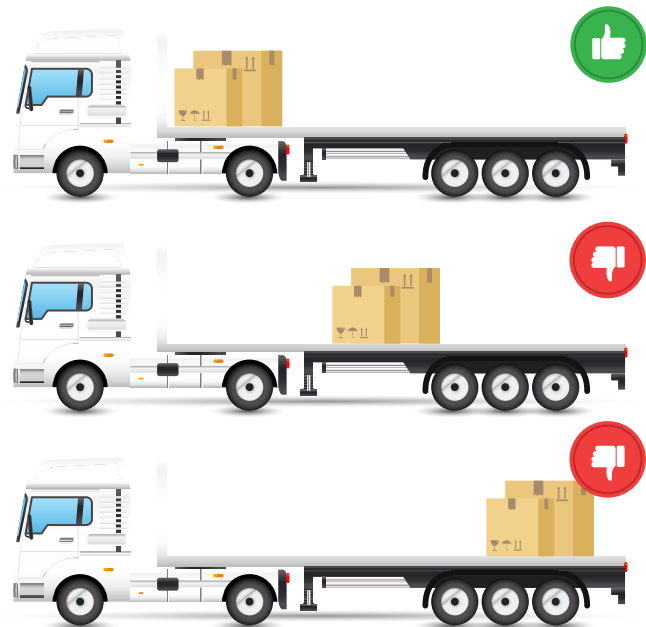


Figura 7. Correcto posicionamiento de la carga, con el fin de mejorar la condición aerodinámica del vehículo.

Accesorios

Accesorios tales como luces y bocinas crean efectos aerodinámicos indeseables. Considerar muy cuidadosamente la necesidad de su instalación y evitarla hasta donde sea posible. Si los accesorios deben ser instalados, hacerlo en puntos alejados de los bordes de la carrocería.

Consejos y buenas prácticas

- La resistencia aerodinámica se incrementa a medida que la velocidad del vehículo aumenta, una buena estrategia para minimizar los efectos de esta fuerza es reducir la velocidad.
- Es importante considerar que las modificaciones aerodinámicas sólo son efectivas en vehículos que normalmente viajan lo suficientemente rápido como para que sus beneficios de reducción de resistencia contrarresten el aumento de peso causado por los dispositivos.
- Se recomienda no añadir accesorios o adornos a los camiones que puedan perjudicar la aerodinámica y así la eficiencia.
- Las empresas de transporte pueden especificar las opciones aerodinámicas al comprar un camión nuevo y considerar la posibilidad de agregar dispositivos aerodinámicos a los camiones y remolques existentes.
- Un camión convencional “con nariz” presenta una menor resistencia aerodinámica que uno frontal, lo

que se recomienda considerar al momento de adquirir un vehículo.

- Si bien no representa un dispositivo aerodinámico, la distribución de carga también afecta a la aerodinámica del remolque de plataforma. Para minimizar la resistencia aerodinámica de un camión de plataforma, transportar la carga lo más baja posible y a una altura uniforme reduce la resistencia aerodinámica.
- Existen diferentes entidades que verifican tecnologías, con beneficios que han sido probados bajo altos estándares.
- En Chile existe la norma chilena NCh 3331 que valida y certifica tecnologías bajo la realidad chilena. La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (U.S. EPA), dentro de su programa SmartWay, ofrece una lista de dispositivos aerodinámicos que han sido verificados.

Para revisar mayor información sobre consideraciones de aerodinámica te invitamos a revisar nuestros brochures y guías prácticas en la página de Giro Limpio.

www.girolimpio.cl



4.

Régimen de marcha y velocidad de operación

En este capítulo se examina el efecto que tiene sobre los consumos de combustible el régimen de marcha, es decir, la secuencia de aceleraciones, detenciones y velocidades que sigue el vehículo durante un viaje. En base a datos técnicos disponibles se presentan recomendaciones prácticas sobre velocidades de marcha, velocidad de crucero, cantidad de movimiento, comunicaciones, seguimiento, operaciones urbanas, selección de rutas y horas de operación en zonas urbanas.

El régimen de marcha, es decir, la secuencia de aceleraciones, detenciones y velocidades que sigue un vehículo durante un viaje es factor decisivo en la eficiencia energética de los vehículos. Hay dos conceptos que es preciso tener en consideración. El primero es que los consumos de combustible dependen de la velocidad, como se ilustra en la figura 9:

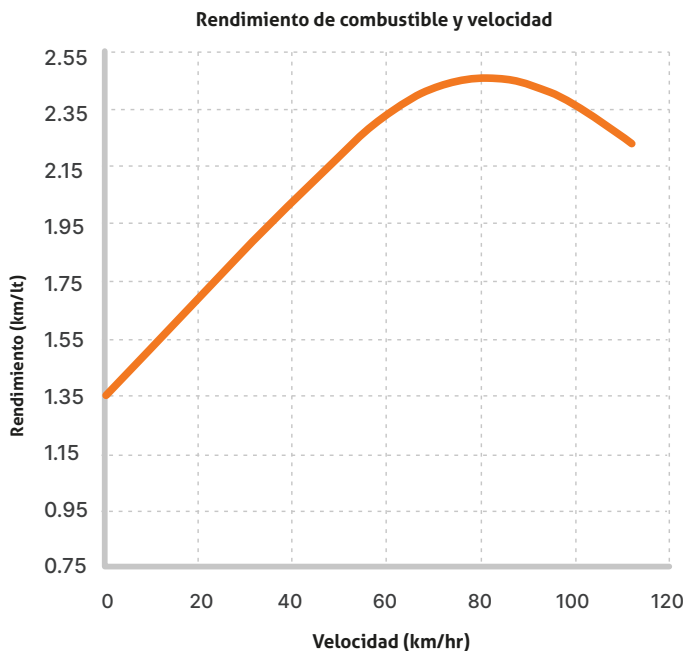
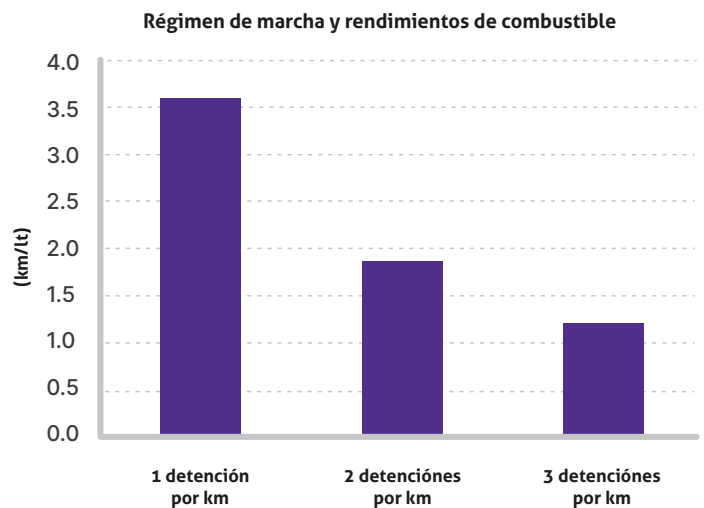


Figura 9. Diagrama que muestra la relación entre el consumo y la velocidad. El gráfico muestra que los rendimientos crecen a medida que aumenta la velocidad, hasta un punto alrededor de los 80 km/hr, desde donde se reducen sostenidamente

El segundo concepto es que el rendimiento depende del número de detenciones, como se ilustra en la figura 10:



Fuente: Aristo Consultores con datos de European Automobile Manufacturers Association, ACEA

Figura 10. Ejemplo de la relación del régimen de marcha y el rendimiento de combustible. El gráfico muestra una reducción muy substancial del rendimiento a medida que se produce un mayor número de detenciones durante el viaje.

De las consideraciones precedentes se derivan las recomendaciones sobre régimen de marcha que se muestran en la tabla que sigue:

Cantidad de movimiento

Capacitar a los conductores en los conceptos de cantidad de movimiento, anticipación de las condiciones de tráfico y cambios graduales de velocidad, todo lo cual se traduce en reducción de los consumos.

Comunicaciones

Desarrollar un plan permanente de comunicaciones para mantener a los conductores focalizados en el concepto de velocidad de crucero.

Seguimiento

Hacer seguimiento de las velocidades a las cuales efectivamente operan los vehículos de la empresa. El seguimiento se puede hacer por medio de sistemas satelitales o con inspectores de terreno.

Operaciones urbanas

El concepto de velocidad de crucero no es aplicable a operaciones urbanas o a los sectores urbanos de viajes

interprovinciales. En este caso el problema central es reducir las detenciones.

Selección de rutas urbanas

Establecer formalmente las rutas que emplean los vehículos de la empresa y hacerlas cumplir. En la medida que el gasto en peajes de las vías expresas o autopistas sea menor que el gasto adicional en combustible debido a las detenciones obligadas en las vías normales, será preferible usar las primeras. Es recomendable hacer mediciones en condiciones reales y basar las decisiones en sus resultados.

Horas de operación en zonas urbanas

Las condiciones de tráfico varían en diferentes horas de operación y esto produce efectos significativos en el régimen de marcha y en los consumos de combustible. Hacer esfuerzos para adaptar las horas de los viajes a las condiciones más livianas de tráfico, incluyendo operaciones nocturnas cuando sea posible. Para esto se debe llegar a acuerdos con los clientes, haciendo explícito el aporte al medioambiente y la reducción en el consumo de combustible gracias a esta práctica.



Figura 11. Planificar las rutas con antelación permite evitar las zonas con mayor tráfico o privilegiar las rutas más directas, evitando consumo innecesario.

5.

Gestión de neumáticos

Las ruedas y neumáticos constituyen un área de especial interés en un programa de eficiencia energética. Hay tres aspectos que deben ser considerados, presiones de inflado, alineación y balanceo de ruedas y neumáticos de baja resistencia al rodado. Estos tópicos se examinan en este capítulo junto con algunas recomendaciones para su correcta gestión.

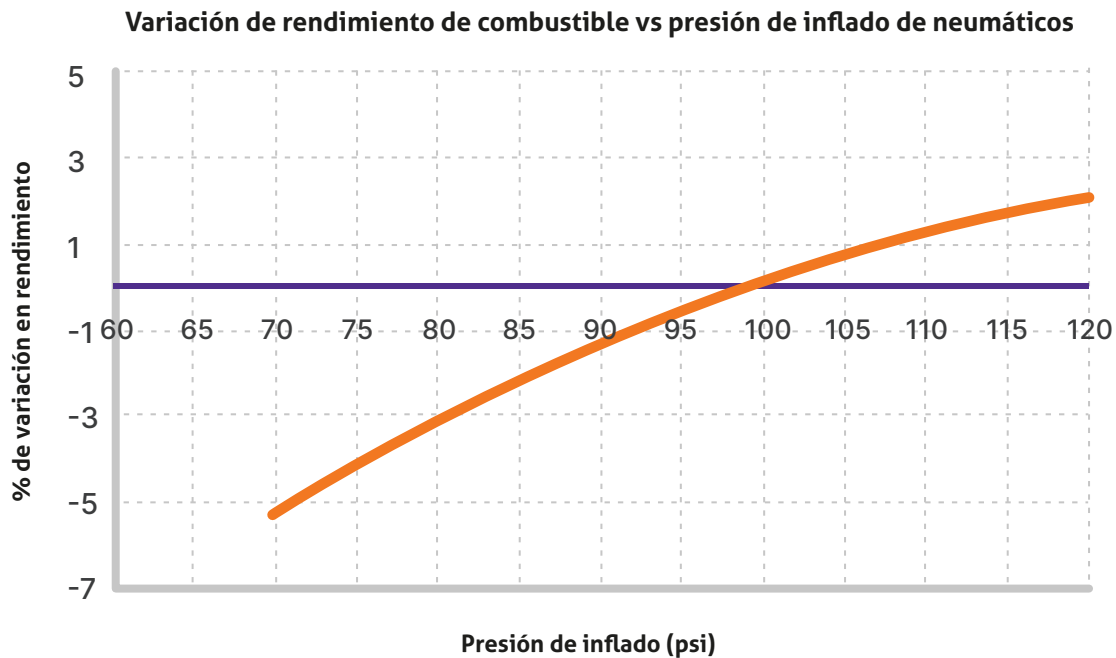
Control de presión de inflado de neumáticos

El consumo de combustible depende de las presiones porque estas gobiernan la forma del neumático, el tamaño

de su área de contacto con la carpeta de rodado y la magnitud de las deformaciones que se producen durante el movimiento. Sobre la materia existe consenso universal en la industria: las bajas presiones deterioran la eficiencia energética del vehículo y se ha estimado que una reducción de 10 psi genera una reducción de rendimiento del 1 %. Por ejemplo, un camión que recorre anualmente 100 mil kilómetros, a un rendimiento de 2 km/ Lt, puede llegar a ahorrar CH\$ 465.000 por año. Incidentalmente, las presiones excesivas son dañinas para los neumáticos en cuanto impiden un desgaste uniforme.

Presión de inflado (psi)

Combinación tractor-semirremolque PBV 36.000 kg.
Velocidad 88 km/hr.



Fuente: Elaboración propia con datos de Factors affecting truck fuel economy.
Goodyear fuel economy model predictions.

Figura 12. Variación de rendimiento de combustible vs presión de inflado de neumáticos



Figura 13. Esquema que muestra la influencia de la presión de inflado en el comportamiento del neumático. En el caso de usar una presión menor, el neumático se apoya de manera parcial y puede rozar a su neumático gemelo. Con una presión alta, el neumático sólo apoya su zona central, provocando desgaste prematuro y rebotes excesivos en la suspensión. Un neumático a la presión correcta se apoya con toda la superficie de roda-dura, tal como fue diseñado para funcionar.

Alineación y balanceo de ruedas

Las ruedas mal alineadas producen esfuerzos laterales y arrastre de los neumáticos, lo cual se traduce en consumos excesivos de combustible. Se ha estimado que

dependiendo del eje desalineado y del grado de alineación incorrecta de las ruedas, el rendimiento se puede deteriorar entre un 0,6% y un 2,2%. Para la misma compañía del ejemplo anterior, es decir, que recorre 100 mil kilómetros al año y un rendimiento de 2km/lt por camión, este exceso de combustible equivaldría a CH\$ 1.000.000 por camión cada año.

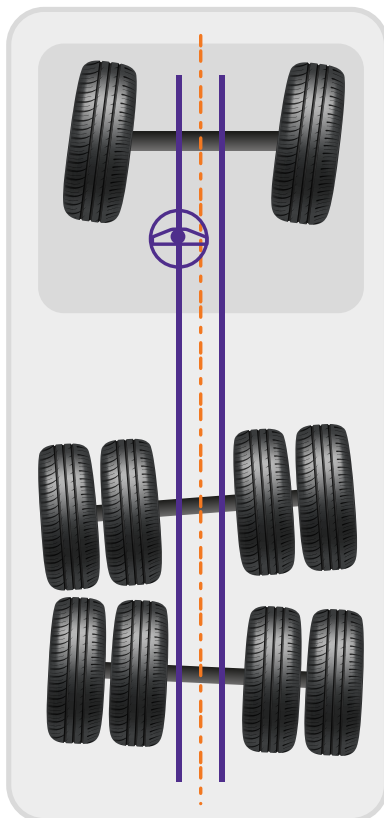
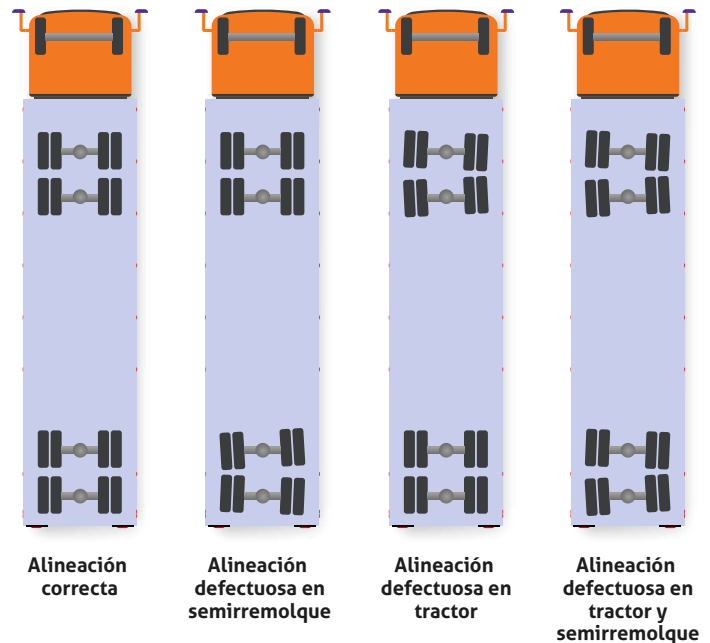


Figura 14. Técnico revisando el balanceo de neumático.



Alineación correcta

Alineación defectuosa en semirremolque

Alineación defectuosa en tractor

Alineación defectuosa en tractor y semirremolque

Figura 15. Distintas situaciones de desalineamiento de las ruedas

Neumáticos de baja resistencia al rodado

Los fabricantes ofrecen los llamados neumáticos de baja resistencia al rodado. Los conceptos básicos de este desarrollo son reducir la magnitud de las deformaciones que sufre el neumático durante el rodado y reducir la energía que consumen tales deformaciones. Entre los factores de diseño que se han intervenido para fabricarlos se cuentan presiones de operación más altas; compuestos más duros y al mismo tiempo más livianos; reducciones del ancho y diseño de bajo perfil; reducciones de peso; y nuevos diseños de ranuras en la banda de rodado.

Existen beneficios netos asociados al uso de neumáticos de baja resistencia al rodado ofrecido por los fabricantes, si bien su precio es más alto y su vida útil podría ser más corta que la de los neumáticos convencionales. En experimentos controlados se han reportado reducciones de consumo entre el 5% y el 8% y en aplicaciones comerciales entre el 4% y el 13%. Para la empresa de carga de los ejemplos anteriores, en el caso de aplicaciones comerciales el ahorro estimado está entre:

CH \$ 1.860.000 y CH \$ 6.000.000

Otras tecnologías para reducir la resistencia a la rodadura son los neumáticos de base ancha, los neumáticos recauchados, y el uso de sistemas electrónicos de monitoreo de presión de neumáticos y de sistemas automático de inflado.

Consejos y buenas prácticas

- Las presiones deberán medirse una vez al mes para grandes flotas. Una reducción de 30 psi puede reducir la vida útil del neumático en 15% (Fuente: Guía de conducción eficiente de vehículos industriales”, IDAE, 2011).
- Utilizar manómetros para medir las presiones.
- Realizar periódicamente inspección de neumáticos para identificar defectos tales como filtraciones de aire, válvulas defectuosas, daño estructural, desgaste de banda de rodado, materiales adheridos entre ruedas duales y mutuo ajuste de ruedas duales.
- La banda de rodado debe tener una profundidad mínima de 3 mm según la norma legal. Esta inspección se debe incorporar a las pautas de mantenimiento.
- Utilizar profundímetro para medir la profundidad de la banda de rodado.
- Considerar el desarrollo de pruebas con neumáticos de baja resistencia al rodado e investigar con proveedores los tipos que podrían ofrecer.

Para revisar mayor información sobre gestión de neumáticos te invitamos a revisar nuestros brochures y guías prácticas en la página de Giro Limpio.

www.girolimpio.cl



6.

Operación del Ralentí

La operación de los motores de vehículos pesados en ralentí es un desperdicio significativo de combustible, además de ser una práctica dañina para el motor y contaminante para el ambiente. En este capítulo se presentan recomendaciones para el desarrollo de un programa de control de la operación en ralentí.

La operación del motor en ralentí de un vehículo pesado de carga consume combustible a una tasa de aproximadamente 2 litros por hora. En una flota comercial, esto se puede agregar a volúmenes considerables por año de operación; por ejemplo, una flota de 50 vehículos con un promedio de ralentí de 2 horas diarias por vehículo acumulará más de 60 mil litros consumidos en el curso de un año de operación, es decir, alrededor del 3.5 % del consumo total si el rendimiento promedio fuese del orden de 2.3 km/lt y los vehículos operaran en promedio 80 mil kilómetros por año.

Además, la operación en ralentí desgasta innecesariamente el motor y hace crecer los costos de mantenimiento. Claramente se puede tratar de un asunto de impacto significativo en la eficiencia energética de la empresa y en su economía en general.

En un programa de control de la operación en ralentí conviene distinguir las siguientes etapas:

- Investigar y si es posible medir las horas promedio de operación en ralentí de la flota.
- Determinar las causas que hacen que los conductores operen en ralentí. Distinguir entre

aquellos casos en que el motor no se está usando para ningún propósito práctico, por ejemplo, durante detenciones en que el conductor deja el vehículo estacionado brevemente o cuando se espera a un acompañante.

- Determinar si existe alimentación de un calentador o una unidad de aire acondicionado.
- Determinar si hay generación de electricidad para aparatos electrónicos
- Determinar si hay una creencia obsoleta de que el ralentí es bueno para el motor, o simplemente costumbre.
- Considerar que puede existir un problema mecánico en el sistema de aire.

Consejos y buenas prácticas

- Planificar la solución de los casos de uso práctico de la energía generada por el motor si se justifica debidamente, por ejemplo, instalando generadores auxiliares a gasolina para viajes de larga distancia en que los conductores normalmente pasan sus noches a bordo o asegurando que las baterías puedan dar suficiente soporte a sistemas auxiliares por el tiempo requerido.
- Estimar los volúmenes de combustible que no se consumirían al reducir substancialmente la operación en ralentí. Evaluar el programa en términos de costo-beneficio.

- Diseñar e implementar una campaña de reducción de la operación en ralentí. Esta es una campaña esencialmente comunicacional, orientada a modificar hábitos y costumbres de las personas. La campaña puede incluir breves reuniones de conversación sobre el tema, afiches posicionados en las salas de conductores, volantes distribuidos a bordo, recordatorios enviados vía mensajes de texto a horas apropiadas.
- Medir los resultados, comunicarlos a los conductores y usar parte de los beneficios para distribuir incentivos.
- Capacitar a supervisores, personal de seguridad y otros actores sobre cómo abordar esta política con

los conductores, haciendo énfasis en el ahorro de combustible y las mejoras en la calidad del aire.

- Utilizar tecnologías que permitan limitar el ralentí, como unidades auxiliares de potencia y generadores, calefactores con combustible directo, apagado y encendido automático, aire acondicionado a baterías, sistemas de almacenamiento térmico, y la implementación de estacionamientos públicos electrificados que faciliten a conexión de los camiones al suministro eléctrico.

Para más información sobre gestión de neumáticos te invitamos a revisar nuestros brochures y guías prácticas en la página de Giro Limpio.

www.girolimpio.cl

