

Guía

Adecuación Operacional





Contenido

Introducción	5
Tipos de vehículos y carrocerías	7
El peso de los vehículos	11
Consideraciones sobre aerodinámica	15
Régimen de marcha y velocidad de operación	21
Gestión de neumáticos	25
Operación en ralentí	29
A: Tipos de vehículos y carrocerías	33
B: Especificaciones técnicas de vehículos	43



Introducción

La Eficiencia Energética en el transporte de carga es realizar un mismo viaje pero usando menos combustible. Usualmente es expresada como el rendimiento, que se mide en kilómetros por litro. La presente guía forma parte de un conjunto de herramientas desarrolladas por la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE), 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 las siguientes guías:

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

Las herramientas que se presentan en esta guía están formadas por un conjunto de instrucciones y listas de verificación que la empresa empleará para evaluar su flota y sus prácticas operacionales, para seleccionar los vehículos que adquirirá, para introducir mejoramientos a la flota existente y para desarrollar procedimientos que adopten los principios que aquí se presentan a sus particulares condiciones de operación. Los contenidos de la guía se presentan en términos de siete grupos: tipos de vehículos y carrocerías; especificaciones técnicas de los vehículos; 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.



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

Para los camiones tractores además se pueden identificar tipos remolques y semirremolques. Si se requiere identificar los tipos de vehículo posibles para cada categoría en el anexo A, que acompaña la presente guía, se muestra un desglose de ellos.

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, si no que se refieren a cuestiones muy concretas que con seguridad conoce toda persona involucrado 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.



Consideraciones sobre aerodinámica

La importancia de los factores de aerodinámica en los consumos de combustible está firmemente establecida en la literatura. En este capítulo se examinan los principales factores que determinan la eficiencia aerodinámica de los vehículos y se entregan recomendaciones prácticas sobre la materia.

Antes de presentar los cursos de acción prácticos que se recomiendan sobre este asunto conviene recordar brevemente los principios físicos que los gobiernan:

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. Estos resultados se pueden comparar posteriormente con datos reportados en la literatura y por proveedores sobre esa base es posible establecer objetivos y metas ambiciosas, pero realistas.

En la tabla que sigue se presenta una serie de cursos de acción que el operador de transporte puede adoptar para controlar los efectos aerodinámicos.

*Cuadro 1.
Formula para determinar la resistencia aerodinámica*

$$\text{Resistencia Aerodinámica [kg]} = 0,5 \cdot \rho_a \cdot C_D \cdot A_f \cdot V^2$$

Donde,

- ρ_a es la densidad del aire (kg/m³).
- C_D es el coeficiente aerodinámico.
- A_f es el área frontal del vehículo (m²).
- V es la velocidad del vehículo, relativa al viento (m/s).

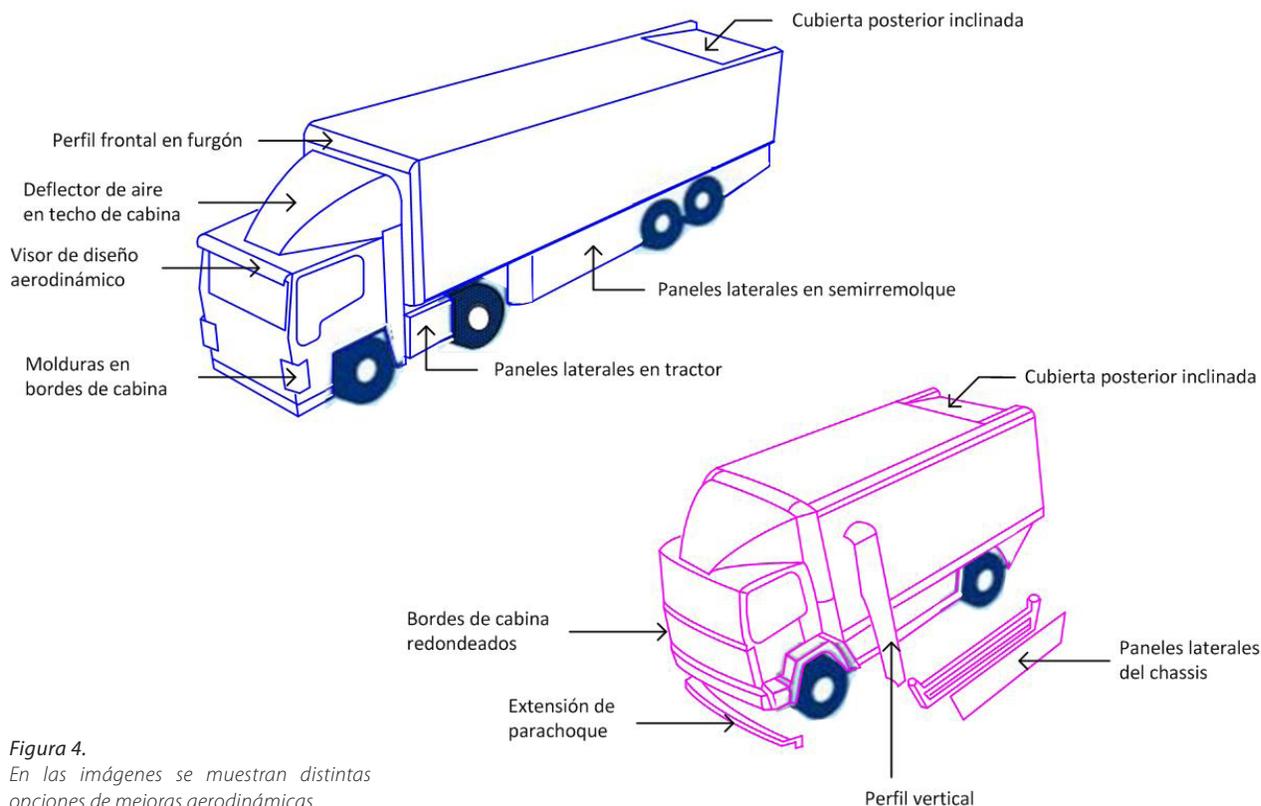


Figura 4.
 En las imágenes se muestran distintas opciones de mejoras aerodinámicas.

Instalación de dispositivos de control aerodinámico

Existe una variedad muy amplia de dispositivos, cuya efectividad está bien establecida por la experiencia. En la figura 4, se ilustran algunos de estos dispositivos.

Área frontal

El área frontal del vehículo es factor importante en la resistencia aerodinámica. Conviene evitar unidades de carga mucho más altas que la cabina y si estas existen, es conveniente usar deflectores de aire.

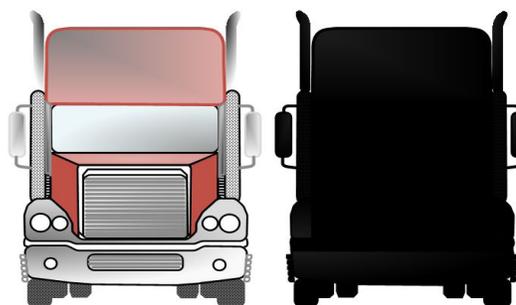


Figura 5.
 La figura representa el concepto de el área frontal del vehículo.

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, aún 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.

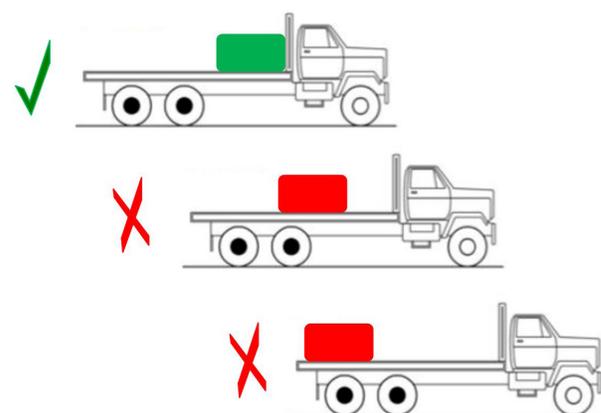
Carrocerías

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.

Registro de datos y mediciones

El control de la resistencia aerodinámica es un proceso empírico, muy dependiente de las condiciones particulares de cada caso. El registro de datos de desempeño ayudará a entender y resolver los problemas y a identificar las medidas de mejoramiento. Por ejemplo, se pueden registrar los consumos de combustible de un mismo vehículo para viajes sobre una misma ruta con la misma carga pero a diferentes velocidades promedio, con y sin ciertos dispositivos aerodinámicos instalados.

Figura 8.

Es importante generar resúmenes periódicos de implementación y medición de medidas de eficiencia energética.

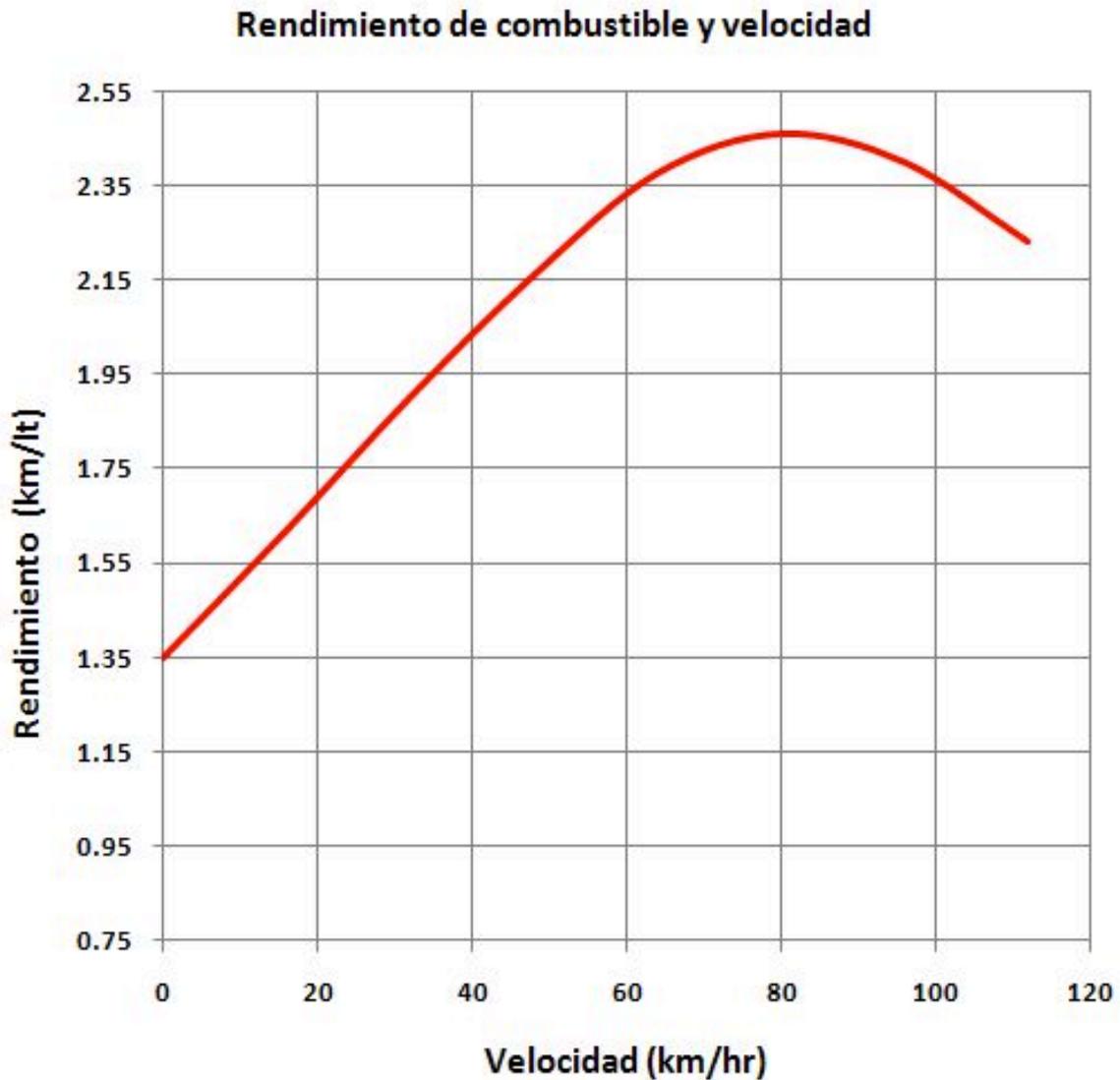


Régimen de marcha y velocidad de operación

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:

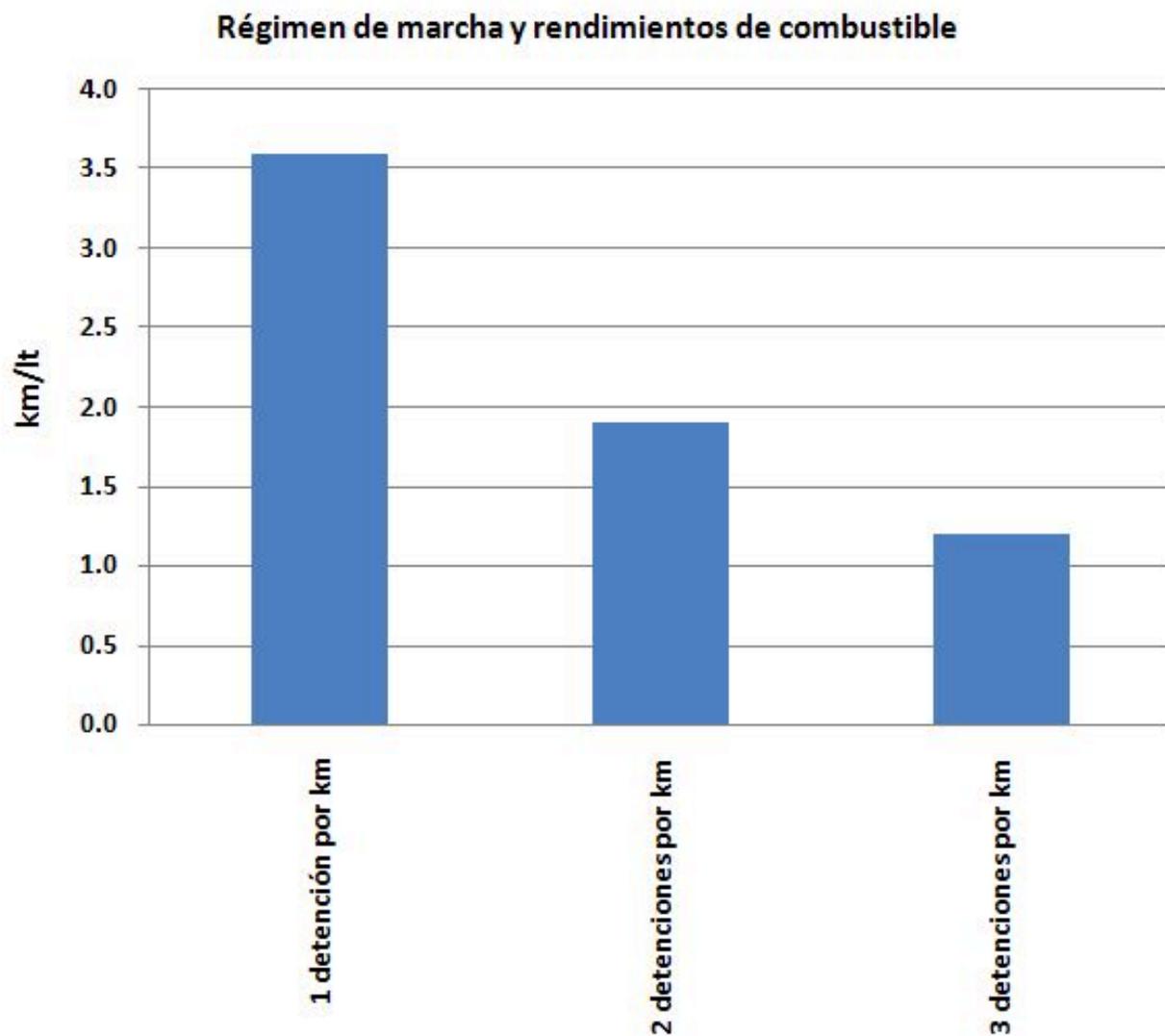


Fuente: Aristo Consultores con datos de Argonne National Laboratory. Report to NAS, DEPS-BEES-001, Oct-09

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:

Velocidad de crucero

Establecer formalmente una velocidad de crucero para operaciones de carretera, preferiblemente 80 km/hr. La sola reducción de la velocidad promedio de operación generará importantes eficiencias en el uso del combustible.

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

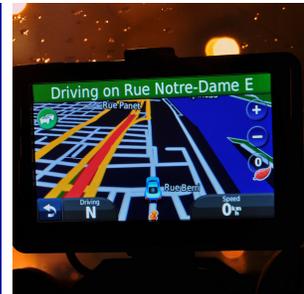
Establecer formalmente las rutas que emplean los vehículos de la empresa y hacerlas cumplir. En la medida que el gasto en peajes de las vías expresas o autopistas sea menor que el gasto adicional en combustible debido a las detenciones obligadas en las vías normales, será preferible usar las primeras. 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 mediomambiente 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.



Gestión de neumáticos

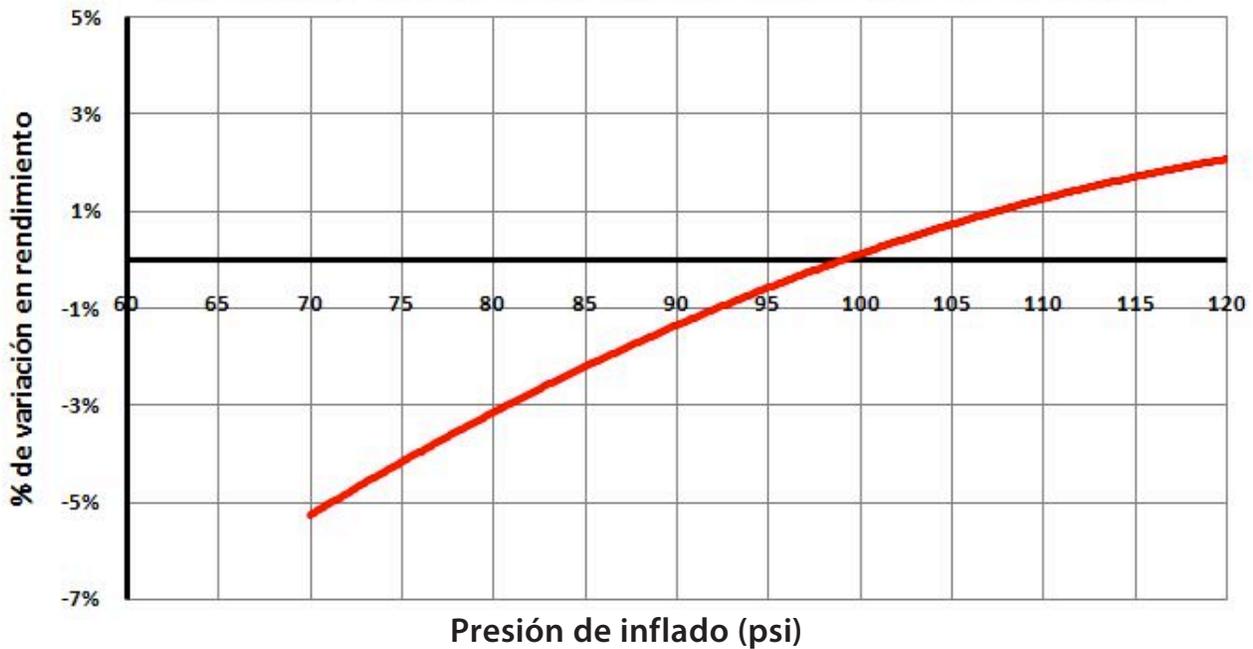
Las ruedas y neumáticos constituyen un área de especial interés en un programa de eficiencia energética. Hay tres aspectos que deben ser considerados, presiones de inflado, alineación y balanceo de ruedas y neumáticos de baja resistencia al rodado. Estos tópicos se examinan en este capítulo.

Presiones de inflado

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 USD\$ 650 por año. Incidentalmente, las presiones excesivas son dañinas para los neumáticos en cuanto impiden un desgaste uniforme.

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



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.

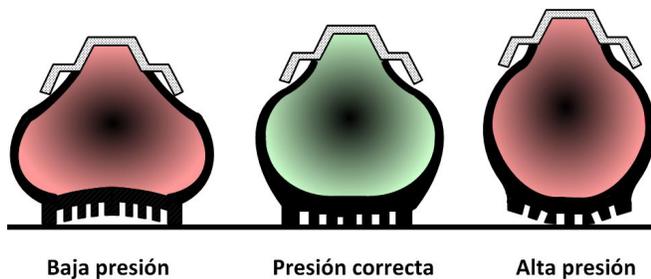


Figura 13. Esquema que muestra la influencia de la presión de inflado en el comportamiento del neumático. En el caso de usar una presión menor, el neumático se apoya de manera parcial y puede rozar a su neumático gemelo. Con una presión alta, el neumático sólo apoya su zona central, provocando desgaste prematuro y rebotes excesivos en la suspensión. Un neumático a la presión correcta se apoya con toda la superficie de rodadura, 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 USD\$1.430 por camión cada año.



Figura 14.
 Técnico revisando el balanceo de neumático.

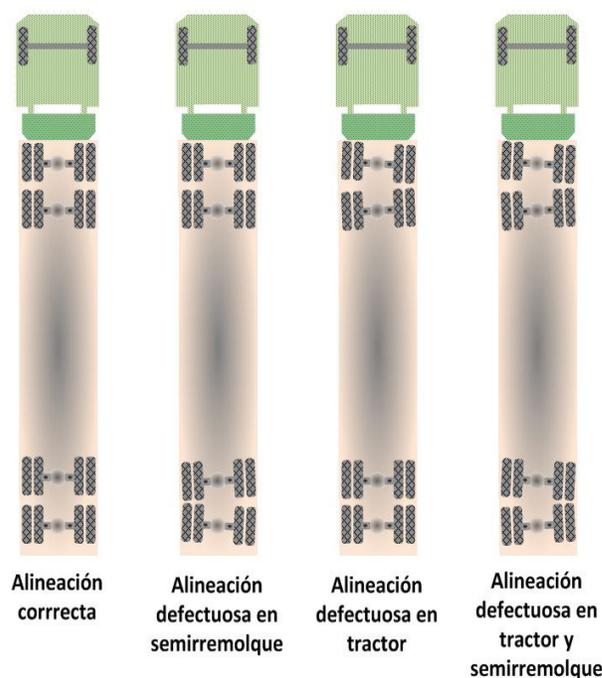
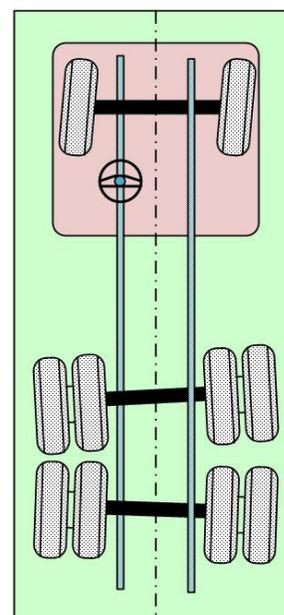


Figura 15.
 Distintas situaciones de desalineamiento de las ruedas

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.

Los resultados de numerosas pruebas reportadas en la literatura técnica indican que 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 USD\$2.600 y USD\$ 8.450.

Figura 16.
Manómetro para medición de presión de neumáticos.



Verificación de presiones

Idealmente las presiones deben medirse diariamente. Como mínimo tres veces a la semana. Una reducción de 30 psi puede reducir la vida útil del neumático en 15% (Fuente: Guía de conducción eficiente de vehículos industriales", IDAE, 2011).

Manómetros

Las presiones se deben medir con manómetros. Cada conductor debe tener un manómetro disponible a bordo de su vehículo.

Inspección de neumáticos

Los neumáticos se deben revisar 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. Más detalles encontrarás en la guía de alistamiento.

Profundidad de banda de rodado

La banda de rodado debe tener una profundidad mínima de 3 mm. Esta inspección se debe incorporar a las pautas de mantenimiento.

Profundímetro

La profundidad de la banda de rodado se debe medir con un profundímetro.

Neumáticos de baja resistencia al rodado

Considerar el desarrollo de pruebas con neumáticos de baja resistencia al rodado. Investigar con proveedores los tipos que podrían ofrecer.

Figura 17.
Profundímetro para medición del estado de dibujo de neumáticos.



Operación en 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. Es 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 tres etapas:

- Investigar y si es posible medir las horas promedio de operación en ralentí de la flota. Si se requiere más información a este respecto, revisa a la guía "Tecnologías para el seguimiento de medidas de eficiencia energética".
- 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, de aquellas en que existe tal propósito, por ejemplo, cuando se ha conectado algún aparato eléctrico o la calefacción durante una detención nocturna.

- Si la operación en ralentí se relaciona con temas de mantenimiento de la flota, por ejemplo, dificultades para hacer arrancar los motores que incentivan a los conductores a dejarlos en operación durante detenciones breves, hacer las correcciones de mantenimiento que hagan falta.

- 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. Para mayores antecedentes revisa a la guía "Tecnologías para el seguimiento de medidas de eficiencia energética".

- 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.

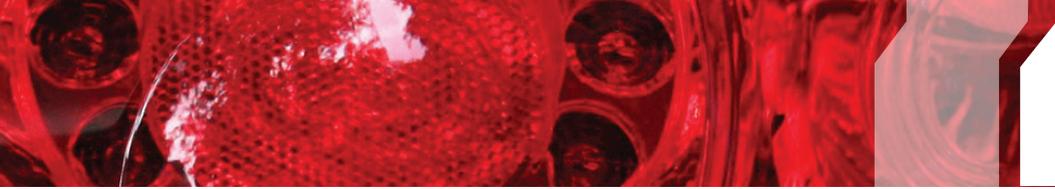


Figura 18.
Ejemplo de carteles utilizados para campañas internas de reducción de operación en ralentí.

Anexos

Adecuación Operacional

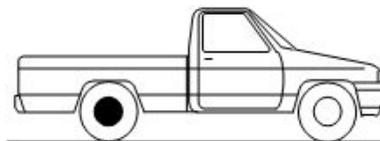




Tipos de vehículos y remolques

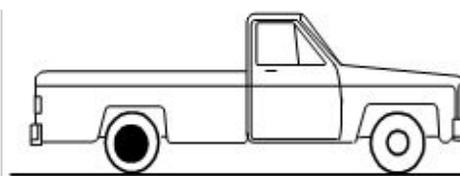
Camionetas

En general, las camionetas se emplean más bien en aplicaciones de soporte de operaciones y mantenimiento que en operaciones de carga propiamente. La carga transportada suele consistir de equipamiento y herramientas. Conviene, sin embargo incluirlas en la clasificación que aquí se presenta porque ocasionalmente se emplean en distribución local de carga y porque normalmente las empresas de transporte las asignan a su personal de soporte y supervisión en terreno.



Camioneta compacta

Distribución urbana y sobre carreteras sin protección de carga. Soporte de operaciones y mantenimiento.



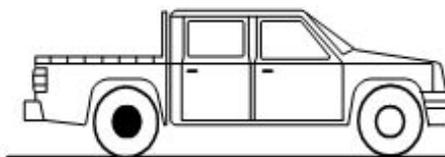
Camioneta grande

Distribución urbana y sobre carreteras sin protección de carga. Soporte de operaciones y mantenimiento, transporte de equipos y herramientas.



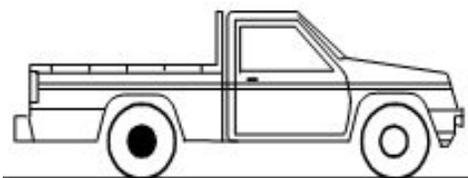
Camioneta subcompacta

Distribución local sin protección de la carga; operaciones al interior de plantas.



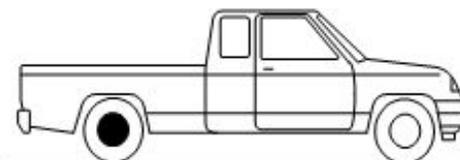
Camioneta compacta doble cabina

Distribución urbana y sobre carreteras sin protección de carga. Soporte de operaciones y mantenimiento con dotaciones de terreno.



Camioneta compacta

Distribución urbana sin protección de carga. Soporte de operaciones y mantenimiento.

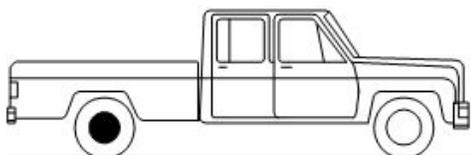


Camioneta mediana cabina extendida

Distribución urbana y sobre carreteras sin protección de carga. Soporte de operaciones y mantenimiento.

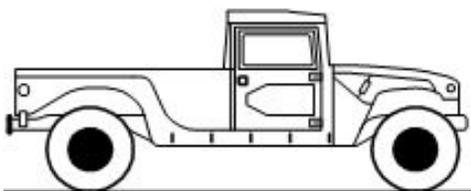
Furgones de distribución

Los furgones de distribución se emplean básicamente para entrega de paquetes y carga liviana a usuarios finales en zonas urbanas, si bien algunos de ellos son perfectamente adecuados para trabajo sobre carreteras y por lo mismo también se utilizan en distribución a nivel interurbano. Lo característico del grupo y que lo distingue decisivamente de las camionetas es que la carga se transporta en un compartimiento cerrado y por lo mismo otorga protección de las condiciones de clima.



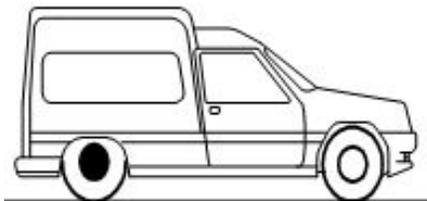
Camioneta grande doble cabina

Soporte de mantenimiento con dotaciones de terreno, transporte de equipos y herramientas.



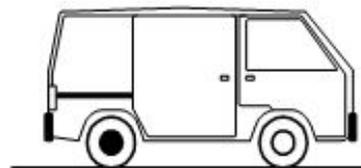
Camioneta todo terreno

Soporte de operaciones y transporte de equipos y herramientas sobre todo tipo de terrenos.



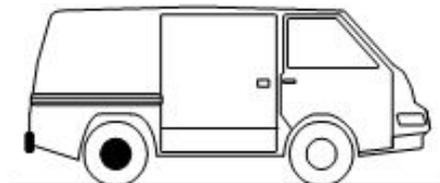
Camioneta subcompacta cerrada

Distribución con carga protegida, entrega de encomiendas y paquetes, trabajo sobre carreteras.



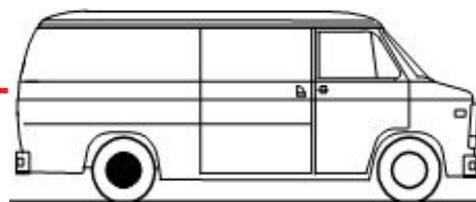
Furgón subcompacto

Distribución local en zonas urbanas, entrega de paquetes livianos.



Furgón compacto

Distribución urbana y sobre carreteras con protección de carga.

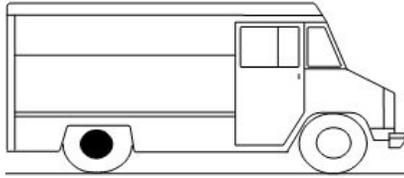


Furgón grande

Distribución urbana y sobre carreteras con protección de carga.

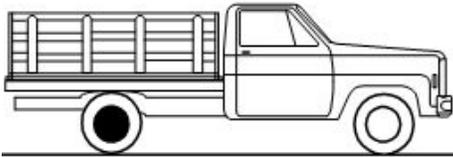
Camiones livianos y medianos

Estos son vehículos rígidos de uso preferentemente urbano, con pesos bruto vehiculares de hasta unos 16.000 kg y capacidades de carga de hasta 10.000 kg. Se emplean en operaciones de distribución industrial y comercial y en muchas otras aplicaciones de todo tipo.



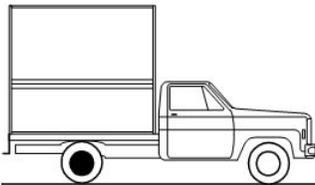
Furgón de piso bajo

Distribución urbana con entrega rápida, tiempos mínimos de estacionamiento en zonas urbanas.



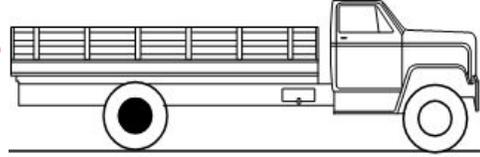
Camión liviano baranda alta

Distribución urbana de carga liviana sin protección. Uso ocasional sobre carreteras.



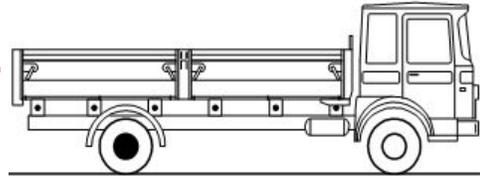
Camión liviano cerrado

Distribución urbana de carga liviana protegida. Uso ocasional sobre carreteras.



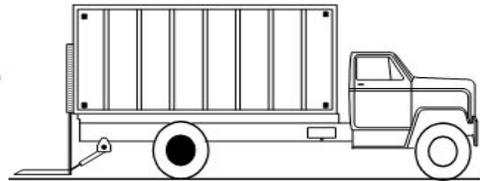
Camión mediano de baranda baja

Transporte de carga general de muchos tipos en zonas urbanas y viajes sobre carreteras de corta distancia.



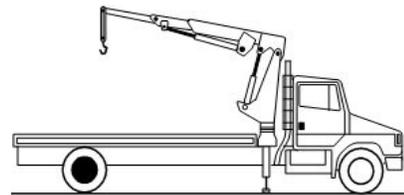
Camión frontal de baranda abatible

Transporte de carga con capacidad de descarga lateral rápida, por medios manuales o con equipamiento mecanizado.



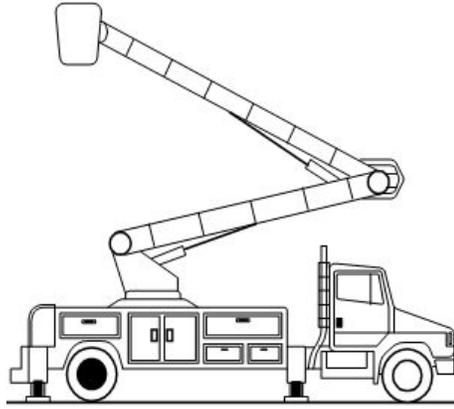
Camión cerrado con montacarga

Distribución de carga de peso mediano que requiere protección del exterior. El montacarga facilita la carga y descarga.



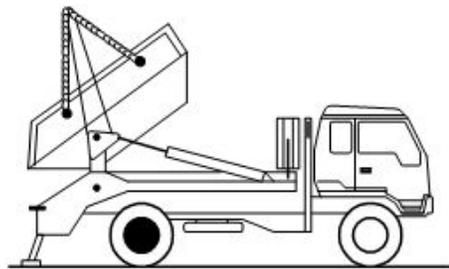
Camión mediano con grúa anterior

Transporte de cargas pesadas con capacidad autónoma de carga y descarga. Uso principalmente en operaciones de soporte industrial.



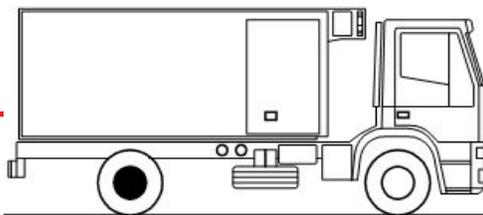
Camión de acceso aéreo

Vehículo usado principalmente en operaciones de soporte industrial, por ejemplo mantenimiento de sistemas de distribución de electricidad o comunicaciones y sistemas de iluminación pública.



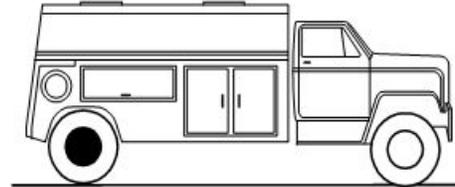
Camión con contenedor de arrastre

Frecuentemente usado para la recolección y retiro de residuos industriales.



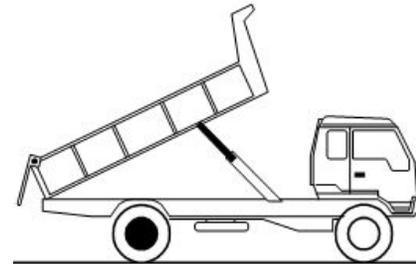
Camión refrigerado

Transporte de todo tipo de productos refrigerados y congelados.



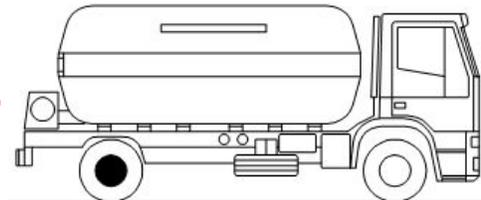
Camión distribuidor de combustibles

Distribuidor de combustible a nivel industrial y residencial.



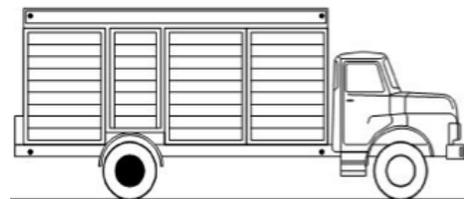
Camión tolva mediano

Transporte de local de materiales a granel, incluyendo movimientos de tierra.



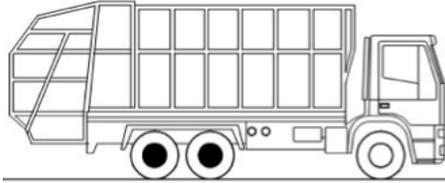
Camión distribuidor de gas

Distribución industrial y residencial de gas, incluyendo criogénicos.



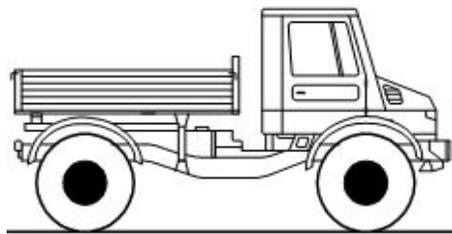
Camión mediano distribuidor de botellas

Distribución urbana de productos embotellados, típicamente bebidas gaseosas.



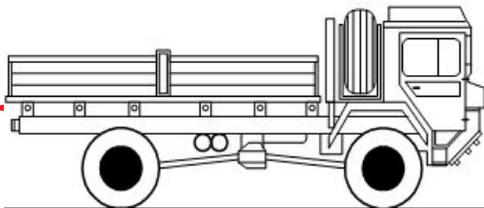
Camión recolector de residuos domiciliarios

Recolección y transporte de residuos domiciliarios urbanos.



Camión liviano todo terreno

Transporte de carga sin protección sobre toda clase de terrenos. Principalmente empleado en soporte industrial.

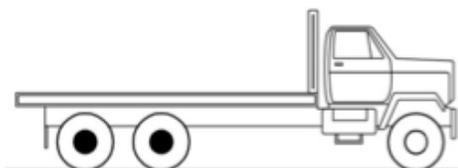


Camión mediano todo terreno

Transporte de carga sin protección sobre toda clase de terrenos. Principalmente empleado en soporte industrial.

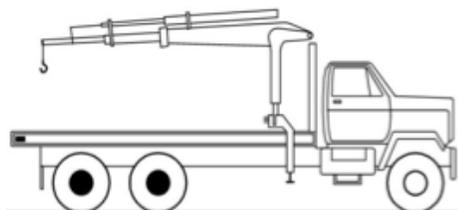
Camiones pesados

Estos son camiones que operan en ambientes urbanos y de carretera, con pesos brutos vehiculares que pueden alcanzar hasta 40.000 kg en combinación con remolques y capacidades de carga que se aproximan a los 30.000 kg en dichas combinaciones. Pueden operar independientemente o en combinación con remolques de tiro.



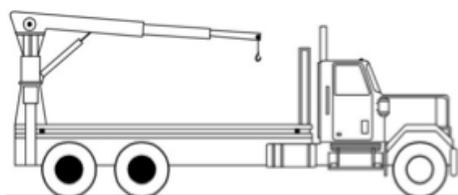
Camión plataforma

Transporte de carga general de todo tipo, sin protección o con carpas.



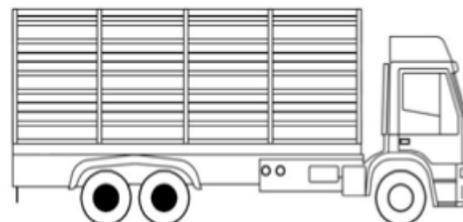
Camión plataforma grúa anterior

Transporte de carga pesada, con capacidad de carga y descarga autónoma.



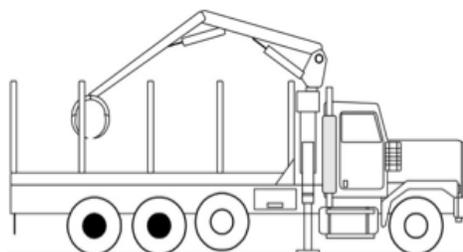
Camión plataforma grúa posterior

Transporte de carga pesada, con capacidad de carga y descarga autónoma.



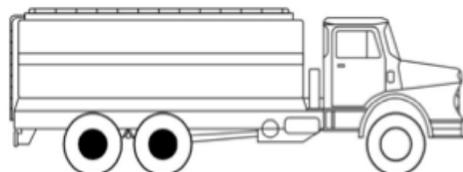
Camión agrícola

Transporte de todo tipo de cargas del sector agrícola, ganado, bins, productos hortofrutícolas a granel.



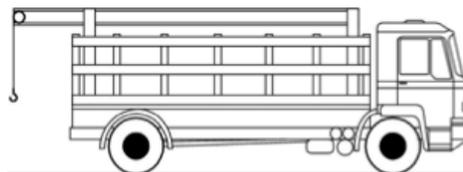
Camión forestal

Faenas forestales, transporte de trozas desde primeros centros de acopio a centros de procesamiento.



Camión estanco

Transporte de todo tipo de líquidos.

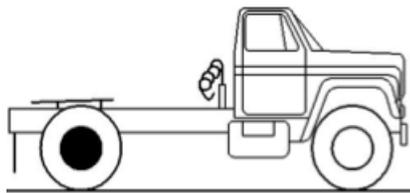


Camión con monoriel

Transporte de carga de peso medio, con capacidad de descarga autónoma, soporte industrial.

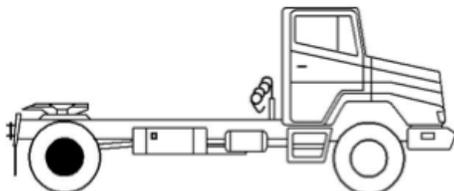
Camiones tractores

Vehículos sin capacidad propia de transportar carga, solo operan en combinación con semirremolques; ofrecen la importante flexibilidad de trabajar con cualquier tipo de carrocería reemplazando el semirremolque. Existen en muchas versiones de pesos y capacidades.



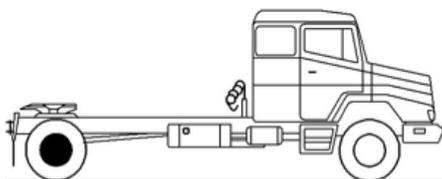
Tractor convencional liviano, 4x2

Transporte de carga en zonas urbanas y sobre carretera a corta distancia, porteo de contenedores de puerto a patios.



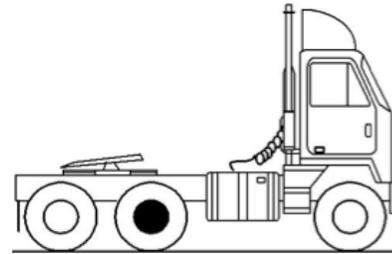
Tractor convencional 4x2

Transporte de todo tipo de cargas sobre carreteras.



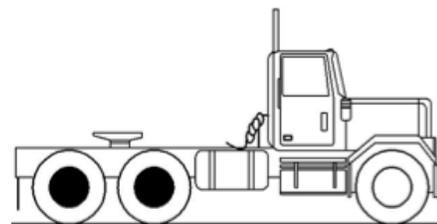
Tractor convencional cabina extendida, 4.2

Transporte de todo tipo de cargas sobre carreteras, con capacidad de instalar litera para conductor.



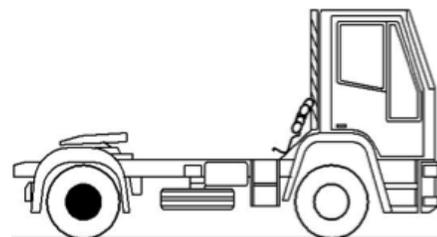
Tractor frontal 6x2

Transporte de todo tipo de carga, mayor capacidad de carga debido a los tres ejes.



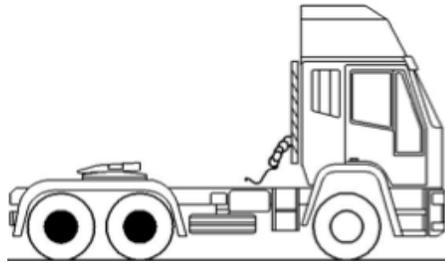
Tractor convencional 6x4

Transporte de todo tipo de carga, mayor capacidad de carga debido a los tres ejes, mejor uso de potencia disponible y mejor tracción debido a dos ejes motrices



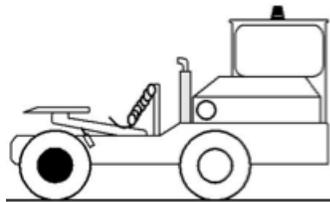
Tractor frontal 4x2

Transporte de carga en zonas urbanas y sobre carretera a corta distancia, porteo de contenedores de puerto a patios.



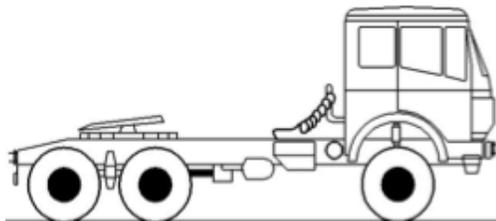
Tractor frontal cabina extendida alta 6x4

Transporte de todo tipo de cargas sobre carreteras a larga distancias, con capacidad de instalar litera para conductor y altura suficiente para permanecer de pie.



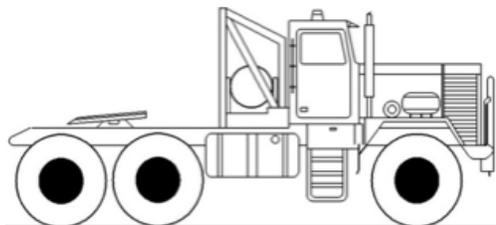
Tractor de patio

Movimientos internos en patios, puertos e instalaciones similares.



Tractor frontal 6x6

Aplicaciones de todo terreno, minería, operaciones forestales.



Tractor convencional 6x6

Transporte de carga pesada en operaciones todo terreno, minería.

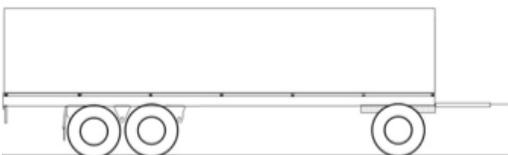
Remolques y semirremolques

Estos son los vehículos sin capacidad motriz que operan en combinación con camiones y tractores. Existen en muchos tipos de carrocerías.



Remolque de tiro con baranda

Usado en combinación con camiones que generalmente llevan carrocería similar. Transporte de carga general.



Remolque de tiro furgón

Usado en combinación con camiones, carga general con protección de carga, generalmente carga posterior con equipamiento mecanizado.



Semirremolque plataforma plana

Carga general sin protección al clima. Ampliamente usado en muchas aplicaciones.



Semirremolque plataforma baranda

Carga general sin protección al clima. Ampliamente usado en muchas aplicaciones.



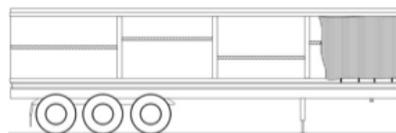
Semirremolque plataforma plana postes

Transporte de materiales tales como tuberías y aplicaciones forestales.



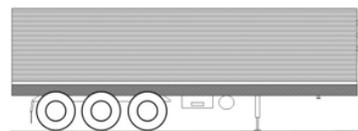
Semirremolque plataforma extensible

Transporte de cargas especialmente largas. La longitud del semirremolque se adapta a la de la carga.



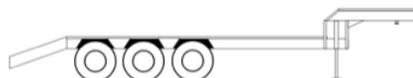
Semirremolque cortinas doble plataforma

Transporte de carga general de volumen. Uso efectivo del espacio. Carga lateral.



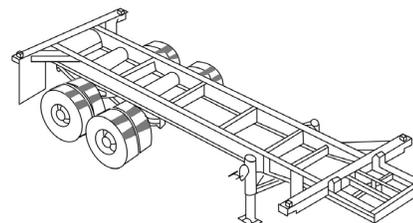
Semirremolque refrigerado

Transporte de todo tipo de cargas refrigeradas y congeladas.



Semirremolque plataforma baja

Transporte de equipamiento de construcción y soporte industrial, tales como dozers, grúas, etc.



Semirremolque portacontenedores

Transporte de contenedores sin exceso de peso debido a la plataforma, que no es necesaria para esta operación.



Especificaciones técnicas de vehículos

La adquisición de vehículos para operaciones comerciales requiere de un proceso técnico complejo que consiste en definir con mucha precisión sus características y los componentes con que se deben construir. A menos que se ejecute este proceso, que se denomina especificación, la empresa de transporte asume un riesgo significativo de adquirir vehículos inadecuados para sus particulares condiciones de operación. En este capítulo se presentan procedimientos de desarrollo de especificaciones.

Conviene entender los vehículos empleados en operaciones comerciales de transporte como sistemas contruidos con diversos componentes, para muchos de los cuales existen alternativas. En consecuencia, las designaciones de modelos que hacen los fabricantes corresponden en realidad a familias de vehículos, todos probablemente contruidos sobre una misma plataforma y con muchas piezas y partes en común, pero que frecuentemente admiten diferentes soluciones para sus componentes principales. El proceso de seleccionar los componentes con que se contruirá un vehículo determinado se denomina especificación y su propósito es ajustar las características del vehículo tan precisamente como sea posible a las particulares actividades de transporte en las que se lo empleará y a sus condiciones de operación.

Mientras más preciso sea este ajuste, más eficiente será la operación tanto en relación con el consumo energético como en términos de desempeño general.

En los mercados automotrices más desarrollados es frecuente que sean los clientes finales, es decir, los operadores de transporte, los que especifican sus vehículos con un grado de detalle que en nuestro país puede resultar sorprendente; en base a dichas especificaciones los distribuidores de marcas encargan los vehículos a fábrica, los que por lo tanto son en efecto contruidos especialmente para el usuario final. En Chile es más frecuente que sean los importadores y distribuidores de marca los que resuelvan sobre las especificaciones de los vehículos que ellos ofrecerán a sus clientes. Naturalmente que esta práctica tiene como consecuencia que los vehículos se especifican como una suerte de “promedio”, unidades que supuestamente son apropiadas para muchas aplicaciones diferentes, lo que en la realidad es a lo menos discutible.

Afortunadamente la práctica de ordenar a fábrica vehículos para clientes específicos se está haciendo más frecuente y ello hace posible que los operadores de transporte crecientemente desarrollen sus propias especificaciones, especialmente si los vehículos no se adquieren como unidades separadas sino como pequeños grupos. Esta es una práctica de la que se están beneficiando más y más los operadores nacionales y que conviene extender tanto como sea posible, considerando el contexto comercial del mercado automotriz local. Sin embargo, es preciso entender que el desarrollo de especificaciones es un proceso que requiere un grado de conocimiento técnico que no siempre está disponible en las empresas de transporte. Pero si se considera que aún una adquisición relativamente pequeña de unos diez o doce vehículos rápidamente alcanza montos de más de un millón de dólares y que ella impactará los costos de operación por muchos años, claramente es apropiado obtener el soporte técnico necesario y asumir su costo asociado.

A fin de asistir a los operadores en este proceso, en lo que sigue se lo examina en dos partes. En la primera se hace una presentación de los componentes principales de los vehículos. En la segunda se presenta un formato diseñado para documentar la especificación.



SISTEMAS COMPONENTES DE LOS VEHÍCULOS

Plataformas, bastidores o chasis

Todos los vehículos están contruidos sobre alguna clase de plataforma, que se usa para montar el sistema de rodaje y que sirve de soporte a todos los otros sistemas que forman la unidad. La plataforma generalmente consiste de dos elementos principales aproximadamente paralelos, posicionados longitudinalmente respecto del vehículo terminado y unidos por piezas transversales y diagonales, formando una estructura básicamente plana y rígida, a menudo conocida como bastidor. En la versión más convencional de la plataforma, los elementos principales tradicionalmente han sido de dimensiones y peso substancialmente mayores que el resto de la estructura, ya que su capacidad de soporte se basaba en transmitir los esfuerzos a esos elementos. Sin embargo, hace ya muchos años que ha habido una tendencia creciente en la industria a distribuir los esfuerzos más efectivamente entre todos los miembros de la estructura, lo que permite que estos

tengan secciones más uniformes, con las consiguientes ventajas en la preparación de materiales previa a la construcción de las plataformas. Esta filosofía de diseño, acompañada de la introducción de nuevos materiales y componentes ha resultado en una tendencia general a alivianar las plataformas, con las consiguientes ventajas operacionales y económicas.

El término chasis se ha usado en el mismo sentido de bastidor, la estructura plana y rígida que soporta el vehículo y que lleva el sistema de rodaje. Sin embargo, más apropiadamente se usa, especialmente en la industria norteamericana, para referirse al conjunto que además del bastidor incorpora las ruedas, el tren de propulsión, la dirección, el motor y sus accesorios, la transmisión y en algunos casos incluso la cabina completa; usada en este sentido, el término se refiere a una unidad que se puede mover por sus propios medios.

Figura B.1:

A la izquierda se muestra el chasis del vehículo con el sistema motriz instalado. A la derecha, se observa el montaje de la cabina y otros elementos como la rueda de repuesto, filtro de aire, escape y guardafangos.



Suspensión

La suspensión es el sistema que conecta el bastidor, y por lo tanto la carrocería y prácticamente todos los componentes del vehículo, con el sistema de rodaje. Sostiene el vehículo sobre las ruedas y proporciona un sistema elástico que absorbe los movimientos verticales u oscilaciones generados por el contacto de las ruedas con el camino.

Las características de diseño de la suspensión y sus componentes controlan la amplitud de los movimientos de la carrocería y por lo tanto son determinantes de la percepción de la "calidad" del movimiento. Las irregularidades de la superficie se transmiten en mayor o menor grado a las personas o a la carga dependiendo de cuan apropiado sea el diseño para las características de la superficie de rodado y para el peso que lleva el vehículo. Los términos "dura" y "blanda" se usan para referirse a suspensiones que transmiten más o menos movimientos al compartimiento de pasajeros o carga.

Los sistemas de suspensión generalmente usan componentes de tipo mecánico, tales como los resortes helicoidales, los resortes de hoja, las barras de torsión, las barras de estabilización y las vigas oscilantes, los cuales generalmente se usan combinados con amortiguadores hidráulicos de tipo telescópico. Existen por otra parte, sistemas hidroneumáticos, en que la combinación de rigidez y elasticidad que el sistema requiere se obtiene por medio de un cojín de aire o nitrógeno combinado con un cilindro hidráulico.

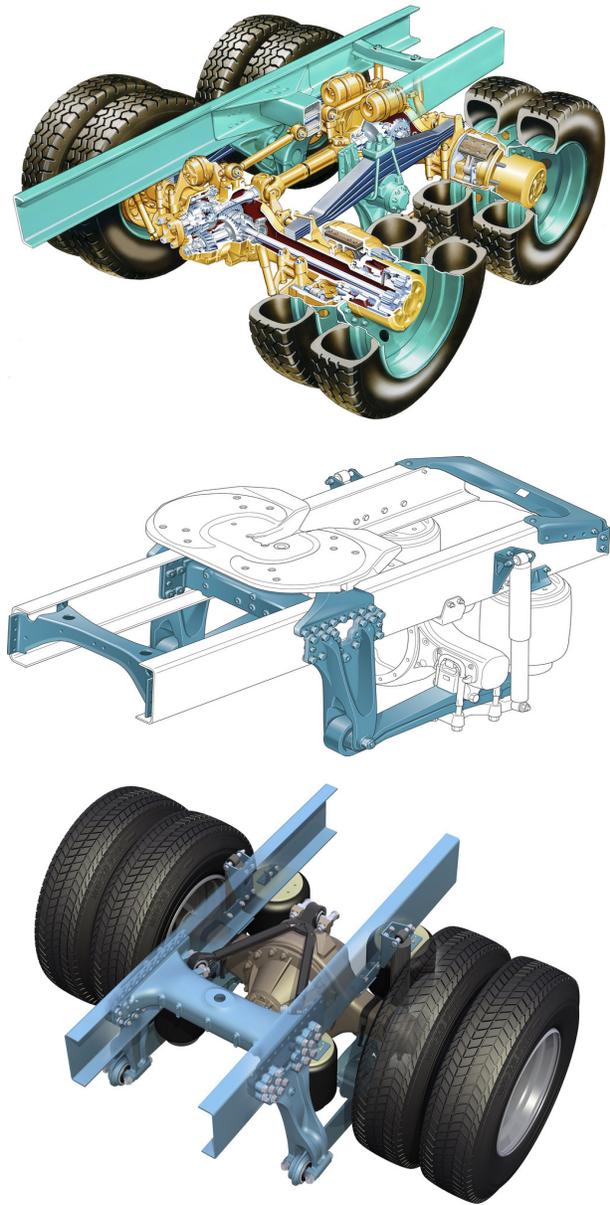


Figura B.2: Se muestra el diseño de distintas configuraciones de suspensión. Arriba una suspensión con resorte de hojas. Al centro y abajo, suspensiones con pulmones de aire y distintas configuraciones de barras estabilizadoras.

Ruedas y neumáticos

El conjunto rueda-neumático proporciona la zona de apoyo y adherencia del vehículo con la superficie de rodado, soporta el peso del vehículo, resiste los esfuerzos laterales, recibe las fuerzas de generación y detención del movimiento y absorbe parte de las vibraciones que genera el contacto con la superficie, funciones que en efecto lo hacen ser un elemento constitutivo del sistema de suspensión.

La construcción tradicional de las ruedas para vehículos pesados emplea un elemento central generalmente formado con rayos sólidos y pesados, que lleva una pieza exterior desmontable, sujeta a los rayos con una pieza llamada pestaña, pernos y tuercas. La versión más moderna de las ruedas suele ser de una sola pieza de acero o de aleaciones de aluminio.

Nótese que las ruedas motrices de los vehículos pesados frecuentemente se equipan con dos neumáticos, instalación que algunas veces se denomina “ruedas gemelas”, lo que no es enteramente apropiado. Si bien cada uno de los neumáticos va montado en su propia llanta, estas son solidarias entre sí y reciben torque simultáneamente desde el mismo semieje motriz, constituyendo en efecto una sola rueda. Los términos “rueda de dos neumáticos” y “rueda dual” son más adecuado para describir este tipo de solución.

Los neumáticos tradicionalmente se construían de dos piezas, la cámara y la cubierta pero el uso de cámaras se ha ido reduciendo con la introducción de cubiertas que llevan un alma interna para contener el aire y un borde flexible para sellar el contacto entre la cubierta y la llanta. La ventaja más importante de este sistema es que evita la pérdida repentina de presión por rotura de la cámara en caso de falla de la cubierta.



Figura B.3:
 Ejemplo de neumático promocionado por el fabricante con la característica de tener baja resistencia a la rodadura, la cual permite reducir el consumo de combustible.

Motor

El motor proporciona la propulsión que mueve los vehículos. En él se quema combustible a fin de que la expansión de los gases de la combustión produzca la carrera motriz de los pistones contenidos en los cilindros. Este movimiento hace rotar un eje, o cigüeñal, y un disco denominado volante, rotación que se transfiere a las ruedas motrices a través del embrague, la transmisión y los puentes motrices. Los cilindros donde se produce la combustión se disponen en un bloque metálico; si los cilindros están dispuestos verticalmente uno detrás del otro se habla de motores I o “en línea”; si están dispuestos en pares en posición diagonal, uno frente al otro, se habla de motores V o “en V”. El volumen total del motor, también conocido como “desplazamiento” se calcula como la suma del volumen de los cilindros y es factor determinante de la potencia que puede entregar el motor, ya que de él depende la cantidad de combustible que se puede quemar. Se acostumbra describir los motores indicando la disposición y número de cilindros y su volumen total, generalmente en centímetros cúbicos o litros.

El motor produce potencia, que es la capacidad de hacer trabajo mecánico, es decir, de mover masas físicas, y que se mide en horsepower, caballos de vapor o kilowatts (hp, cv o kw). Esta potencia se convierte en torque, o par-de-torsión, que es el esfuerzo de giro que recibe el volante y que se transmite a las ruedas, el cual se mide en kg-m, N-m o lb-ft. Tanto la potencia como el torque que entregan los motores varía dependiendo de la velocidad de rotación del volante y por ello se

acostumbra describir el rendimiento de los motores indicando la potencia y el torque máximos junto con las velocidades de rotación a las que respectivamente se producen (hp@rpm y kg-m@rpm).

En las aplicaciones prácticas de la industria del transporte se usan dos tipos principales de motores, los de gasolina y los diesel, pero a excepción de los vehículos más livianos, el diesel predomina en el transporte de carga.



Figura B.4: Montaje para exposición al público de un motor de camión. El motor es quien provee de trabajo para movilizar el peso del vehículo y la carga. Éste es capaz de generar la energía necesaria para iluminar varias decenas de casas, por ello es relevante su uso de manera racional y eficiente.

En estos el cilindro aspira aire puro que se somete a compresiones muy altas. Esto produce suficiente calor para que el combustible entre en combustión espontáneamente a medida que penetra en el cilindro, después de haber sido sometido a gran presión en el sistema de inyección. Para que se produzca la auto inflamación y combustión completa del combustible diesel, se consumen grandes cantidades de aire y es necesario que la compresión de este y las presiones de trabajo en el motor sean mucho más altas que en los motores de gasolina. A fin de resistir estas altas presiones, los cilindros de los motores diesel son generalmente más grandes y los componentes más robustos y pesados que aquellos de los motores de gasolina.

Nótese que la proporción de la energía contenida en el combustible que se transforma en potencia disponible en el volante es relativamente reducida, del orden del 24 % en motores a gasolina y del 34 % en motores diesel. El remanente se disipa en forma de calor en el agua de refrigeración y en los gases de escape y por fricción entre los componentes interiores del motor. Una de las ventajas comparativas del diesel se debe a que en éste las pérdidas por calor en el agua de refrigeración y en los gases de escape son menores. De la potencia disponible en el volante, alrededor del 30 % se consume en fricción en los accesorios del motor, en calentamiento de la masa de aire que rodea al motor, en fricción en la transmisión y el puente motriz y en calentamiento de los neumáticos, de tal manera que solo aproximadamente el 70 % se convierte en torque usable en las ruedas del vehículo, lo que es equivalente al 24 % de la energía del diesel quemados en el interior del motor.

Un asunto de creciente importancia en la selección de motores es el de las emisiones, ya que prácticamente en todas partes del mundo se han introducido normativas diseñadas para minimizar la emisión de gases contaminantes.

Este es desde luego un tema de enorme interés para la industria automotriz y por cierto para los usuarios y operadores de transporte, quienes necesitan seleccionar sus flotas también en función del cumplimiento no sólo de la normativa presente sino también de la posible evolución que esta pueda tener durante la vida de servicio, o periodo de depreciación, de los vehículos.

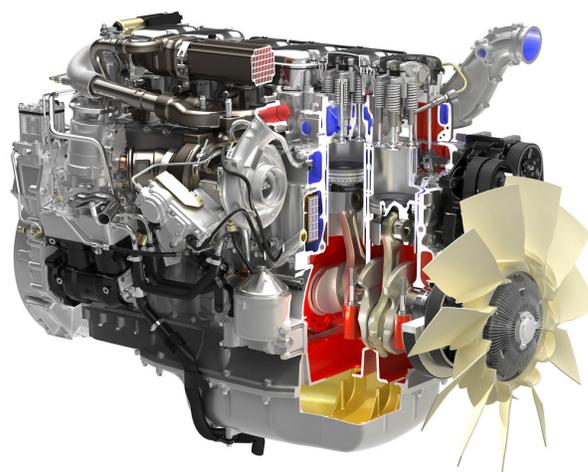


Figura B.5:
 Montaje para exposición al público de un motor de camión. Como se aprecia en la imagen, su funcionamiento correcto depende de varios componentes que operan de manera combinada. En esta ocasión, además se ha realizado un corte que permite observar sus componentes internos como son las válvulas de admisión y escape, bielas, cigüeñal y manivelas.

Transmisión

El sistema de transmisión transfiere el torque entregado por el motor a los ejes o puentes motrices. En conjunto con ellos y las ruedas determina la velocidad a que se mueve el vehículo y la aceleración que se le puede imprimir. Los componentes principales del sistema se describen brevemente en los párrafos que siguen.

El embrague transmite el torque desde el volante del motor a la caja de velocidades y permite aislar el uno de la otra, a fin de cambiar la selección del engranaje que transmite el torque desde la caja de velocidades al eje de transmisión y desde allí a las ruedas. La caja de velocidades, también conocida como caja de engranajes o caja de cambios, lleva un conjunto de engranajes, cada uno de los cuales permite transferir la rotación del volante del motor de acuerdo a diferentes combinaciones de torque y velocidad de rotación. A fin de que haya transmisión efectiva de torque es necesario seleccionar uno de los engranajes. La caja de transferencia se requiere si existen dos o más puentes motrices y al menos uno está ubicado adelante de la caja de velocidades. Tiene por objeto dividir el torque que entrega la caja de velocidades en dos partes, una para los puentes motrices delanteros y otra para los traseros. El eje de transmisión transfiere la rotación de salida de la caja de velocidades al puente motriz. Si hay una caja de transferencia habrá dos ejes de transmisión, uno hacia adelante y uno hacia atrás. Si existen puentes duales o tandem, con dos pares

de ruedas, uno adelante y otro detrás del puente motriz, tendrán que existir ejes de transmisión adicionales, que transfieran el torque a cada uno de los pares de ruedas. El convertidor de torque se usa en algunos sistemas de transmisión automática y tiene por objeto controlar el torque que el motor entrega a la caja de velocidades.

Los factores de diseño más relevantes desde el punto de vista del usuario son la diferenciación entre transmisiones manuales, de accionamiento automatizado y automáticas, el torque máximo aceptable en la caja de velocidades, el número de engranajes o “velocidades” que esta lleva y la razón de transmisión de cada engranaje.

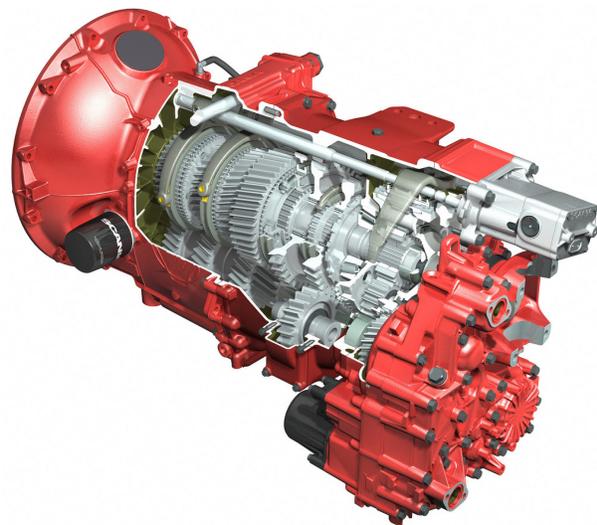


Figura B.6:
Diagrama que muestra una transmisión o caja de cambios y sus componentes internos. Se aprecia el conjunto de engranajes que permiten variar las revoluciones y torque que se transmiten desde el motor a las ruedas motrices según los requerimientos de la operación.

Ejes o puentes motrices, tren de propulsión

Un puente motriz es un sistema de engranajes que convierte la rotación del eje de transmisión en el movimiento rotatorio que se aplica a las ruedas para mover el vehículo. Sus componentes principales son el piñón de ataque, la corona, el diferencial y dos semiejes, cada uno conectado a cada una de las ruedas ubicadas a cada lado del sistema. El piñón de ataque recibe el giro del eje de transmisión y lo transfiere a la corona, proceso que convierte la rotación transversal a la dirección del movimiento que trae el eje de transmisión, en longitudinal a dicha dirección. Es decir, la corona gira en un plano paralelo al de las ruedas y en la dirección del movimiento de estas. El diferencial tiene por objeto hacer que cuando el vehículo se mueve en curvas la rueda del lado exterior gire más rápidamente que la del lado interior, a fin de cubrir la distancia más larga de la curva exterior, evitando así que una rueda arrastre a la otra.

La relación entre el número de dientes del piñón de ataque y la corona controla el número de giros que

esta última da por cada giro del eje de transmisión y se conoce como relación de demultiplicación. Esta combinación de engranajes se usa para reducir la rotación de las ruedas respecto de la del eje de transmisión, aumentando al mismo tiempo el torque transmitido. Es este sistema el que determina la velocidad a que se mueve el vehículo para cada velocidad de rotación del eje de transmisión y para un tamaño dado de las ruedas.

El o los puentes motrices constituyen el sistema que en definitiva proporciona la propulsión de los vehículos. Dependiendo de cuantos de ellos existan y de donde estén ubicados se habla de propulsión simple, doble o múltiple, delantera o trasera. En relación con esto se acostumbra designar a los vehículos en el formato "n^xm" en que "n" representa el número total de ruedas y "m" el número de ruedas motrices. Se habla entonces de vehículos 4x2, 4x4, 6x2, 6x4, 8x8, etc.

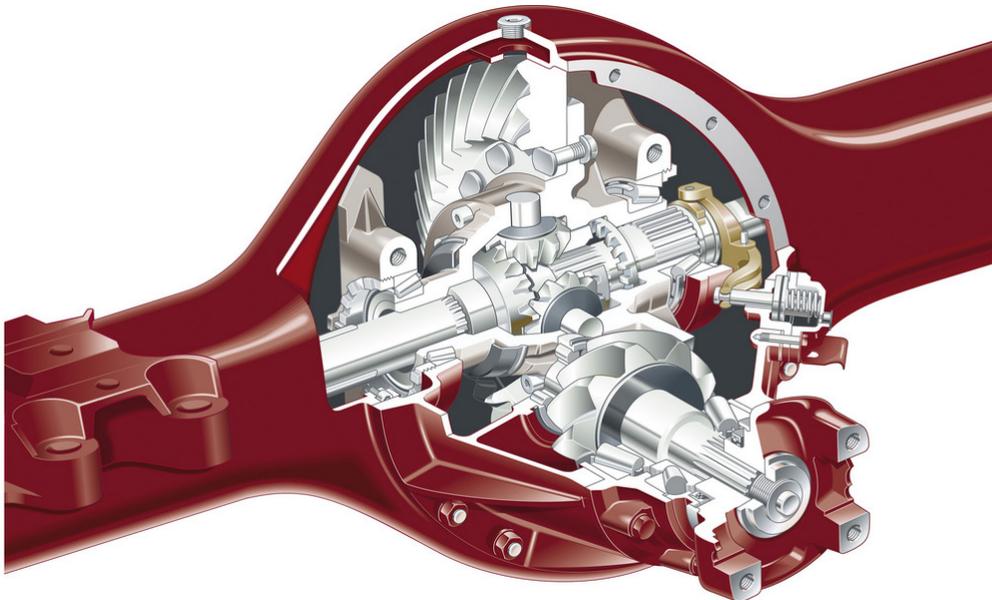


Figura B.8:
Diagrama de un eje de transmisión y sus componentes internos.

Frenos

El sistema de frenos se usa para detener la marcha del vehículo y consiste en un mecanismo que disipa la energía del movimiento de las ruedas por roce mecánico y convierte la energía del movimiento de vehículo en calor, que se disipa en la atmósfera. El diseño tradicional consiste en dos elementos fijos de superficie áspera, conocidos como zapatas, que se aplican a la partes superior e inferior del interior de un tambor metálico solidario al eje de rotación de las ruedas, forzando la detención del tambor y la rueda. El diseño más moderno incorpora un disco de acero en lugar del tambor, el cual se detiene por rozamiento con las zapatas o pastillas aplicadas a ambos lados del disco en forma de pinza. Debido a que el disco va casi completamente expuesto al aire el calor generado en la frenada se disipa mejor, haciendo este diseño generalmente más eficiente. Las zapatas o pastillas las acciona el conductor por medio de un sistema generalmente de aire comprimido en vehículos pesados.

El término servofrenos se usa para referirse a una variedad de sistemas que incorporan bombas hidráulicas, de aire y de vacío y sistemas de control, para aumentar la efectividad de los frenos y reducir el esfuerzo del conductor en su aplicación.

Se distinguen dos sistemas de accionamiento de los frenos, el de servicio y el de estacionamiento. En los vehículos modernos, y generalmente por exigencia de la normativa legal, el sistema de frenos de servicio consiste en al menos dos circuitos de operación independientes, de tal manera que se asegure una cierta capacidad mínima de frenado en caso de avería.

Dos sistemas de gran impacto en frenos modernos son el sistema anti-bloqueo ABS y el sistema anti-deslizamiento ASR.

Los dos sistemas tienen por objeto impedir el deslizamiento de las ruedas, ya que este puede causar la pérdida del control del vehículo por parte del conductor. El ABS impide que las zapatas queden adheridas al tambor o disco con tanta fuerza que prevengan absolutamente la rotación de la rueda. El sistema trabaja con un conjunto de sensores de la velocidad de rotación de la rueda. Las señales que estos generan son usadas por un microprocesador para estimar la aceleración, retardo y deslizamiento de la rueda, información que se usa para enviar señales al sistema de válvulas que controla la aplicación de la presión de frenado por las zapatas. El ASR impide la rotación demasiado rápida de la rueda al recibir torque excesivo durante aceleraciones bruscas, lo cual puede causar deslizamiento debido a la reducción del roce entre el neumático y la superficie de rodado.

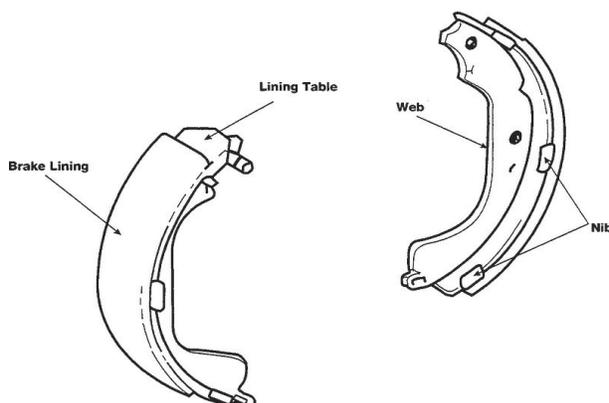
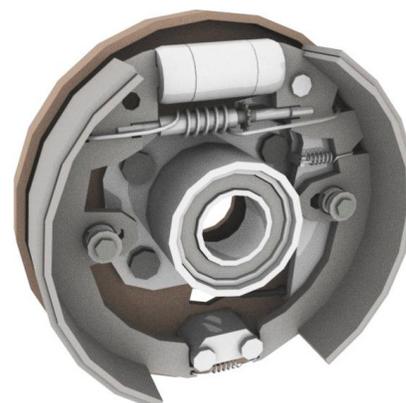


Figura B.9:
 Diagrama del sistema de frenos de zapatas. A la izquierda se muestran las zapatas y sus soportes. A la derecha el sistema de frenos armado.



Dirección

La dirección es el sistema que controla la orientación de las ruedas del vehículo y permite moverlo en la trayectoria elegida por el conductor. Consiste en un volante; una columna con un tornillo-sin-fin en su extremo conectada a un engranaje; y una serie de brazos, barras y articulaciones que transforman los giros del volante en virajes de las ruedas directrices y que mantienen sincronizados los movimientos de ellas.

Los sistemas de dirección deben satisfacer una serie de requisitos operacionales, de prevención de riesgos y de conveniencia del conductor. Por ejemplo, las ruedas deben estar correctamente orientadas en trayectorias curvas, teniendo en cuenta que los ángulos de giro de la rueda exterior y la interior deben ser diferentes ya que recorren curvas de diferente radio; debe existir suficiente estabilidad de trayectoria de manera que el vehículo tienda a viajar en línea recta y a retornar por sí mismo a ella después de los virajes; debe producirse una respuesta rápida a los requerimientos de giro

transmitidos por el conductor a través del volante; debe transmitir en algún grado las fuerzas que reciben las ruedas, para que el conductor tenga una sensación de contacto con la superficie de rodado, pero sin generar vibraciones en el volante; debe contribuir a reducir los radios de giro tanto como sea posible, dependiendo de la geometría del vehículo; debe adaptarse a los requerimientos ergonómicos de diferentes conductores; y debe minimizarse el potencial de daño al conductor en caso de accidente.

El esfuerzo necesario para hacer girar el volante depende entre otros factores del peso del vehículo y del tamaño de la superficie de contacto de los neumáticos y puede llegar a ser considerable, especialmente en maniobras a baja velocidad. Por esta razón en los vehículos modernos se ha generalizado el uso de sistemas de dirección asistida, o servodirección, que generalmente incorporan sistemas hidráulicos para reducir ese esfuerzo.



Figura B.10:
Diagrama de un sistema de dirección. En los vehículos modernos, el movimiento del volante se transmite de manera asistida a las ruedas del vehículo.

Carrocería

El término carrocería se usa para referirse a la estructura que recibe a los pasajeros o carga que viajan en el vehículo. Desde luego, existen innumerables clases y diseños, dependiendo de la aplicación del vehículo. Nótese que es la carrocería la que define lo que se conoce como tipo de vehículo, materia que se ha examinado en la sección precedente de esta guía.

En los vehículos de carga por lo general existe una cabina para el conductor y un acompañante y un compartimiento específicamente diseñado para llevar la carga. En vehículos livianos, como por ejemplo los furgones de distribución y las camionetas cubiertas, la cabina y el compartimiento de carga pueden formar parte de una misma estructura, y aún estar comunicados entre sí. Pero en general, la cabina y el compartimiento de carga son dos estructuras

completamente separadas e independientes. En los camiones ambas estructuras van montadas sobre el mismo bastidor y forman una unidad rígida, mientras que en las combinaciones tractor-semirremolque se usan en realidad dos vehículos separados que forman una unidad articulada. Otra solución muy usada es el camión rígido combinado con un remolque de tiro sin capacidad de propulsión.

Los tipos de carrocerías de carga, vayan montadas en camiones rígidos o en remolques o semirremolques, son prácticamente innumerables e incluyen desde simples plataformas planas hasta estructuras sumamente complejas, diseñadas para usos muy específicos y que a menudo incorporan medios de carga y descarga además de elementos de protección y seguridad del material.



Figura B.11:
Ejemplo de carrocería diseñada para un tractor diseñado para operaciones especiales.

Luces y señales

Por necesidad práctica y por obligación establecida en la normativa legal, todos los vehículos deben tener al menos un mínimo de sistemas de iluminación y señales. En lo que sigue se resumen los sistemas disponibles en vehículos modernos.

Las luces delanteras tienen por objeto proveer la iluminación principal del camino y consisten en al menos dos lámparas o focos, uno a cada lado del vehículo. Cada foco debe llevar dos luces, una de largo y otra de corto alcance, conocidas como luces altas y bajas, respectivamente. Los focos se pueden construir como unidades selladas con un filamento y una mezcla de gases inertes en su interior o como una unidad diseñada para recibir una ampolla. En todo caso los focos incorporan un reflector metálico generalmente parabólico o elipsoide, el que refleja y dirige el haz de luz. En unidades modernas de alta calidad, se agregan gases halógenos para evitar la formación del carboncillo que ennegrece las lámparas y reduce su luminosidad y se usan cristales de cuarzo que aceptan altísimas temperaturas, lo que permite aumentar la potencia luminosa. También se incorporan pequeñas placas o

paneles que controlan cuidadosamente la forma del haz luminoso en sus planos vertical y horizontal y por tanto la distribución de la luz sobre la carretera, a fin de mejorar la iluminación de la zona baja en el centro de la pista de circulación y al mismo tiempo aumentar el alcance en su borde exterior, todo ello sin producir encandilamiento de los conductores que circulan en dirección opuesta y de aquellos que reciben el haz luminoso a través de sus espejos retrovisores.

Los focos anti-niebla son unidades que proporcionan un haz de gran potencia pero muy estrecho y que se instalan a un nivel tan bajo como sea posible en el vehículo. Debido a la potencia, las características geométricas, y la posición del haz se evita la dispersión de la luz típica de las condiciones de niebla y se consigue un mejoramiento significativo de la iluminación de la superficie de rodado. Las luces de largo alcance son focos muy estrechos y de gran potencia, que van instalados a la misma altura que los focos principales y a menudo como parte de ellos. Debido a la potencia y forma del haz, iluminan áreas bastante más alejadas que las luces principales. Como

Figura B.12:

Ejemplo de luces y reflectores. A la izquierda, instalados en cabinas y a la derecha, instalados en una rampa de cama baja a la derecha.



la luz que proporcionan inmediatamente adelante del vehículo cubre una zona muy angosta, estos focos solo son útiles en combinación con el sistema principal. Las luces traseras tienen por objeto que el vehículo sea visto por los conductores que lo siguen y consisten en al menos dos luces rojas, una a cada lado del vehículo. Las luces de estacionamiento son normalmente dos luces blancas adelante y dos luces rojas detrás del vehículo. Se usan para indicar su posición durante estacionamiento nocturno. Las luces de freno son al menos dos luces rojas detrás del vehículo, que se encienden al accionar el freno de servicio, además de una tercera luz, también roja, que en los vehículos livianos debe estar instalada a media altura en la parte trasera de la carrocería. Las luces de retroceso tienen por objeto iluminar el espacio detrás del vehículo durante maniobras de retroceso. Normalmente son dos luces blancas que se encienden cuando el conductor activa la marcha atrás en la transmisión. La luz de placa tiene por objeto iluminar la placa, licencia o patente montada en la parte de atrás del vehículo y es normalmente blanca. Las luces de marca son

pequeñas luces, generalmente color rojo o verde, que indican los bordes laterales y superiores de los vehículos pesados. Las luces de señalización son luces intermitentes, generalmente de color naranja, que se usan para indicar virajes del vehículo. Se instalan adelante, atrás y en los costados de la carrocería y están conectadas de manera que todas aquellas ubicadas a un lado del vehículo funcionen simultáneamente.

Las luces de advertencia son luces intermitentes generalmente de color naranja que indican la posición del vehículo y que tienen por objeto prevenir riesgos en situaciones de detención imprevista.

Los reflectores son generalmente cristales tallados sin potencia propia que reflejan muy efectivamente la luz que reciben. Se los usa en colores rojo y naranja, generalmente detrás y en los lados de los vehículos.

Instrumentación

Los vehículos modernos están normalmente equipados con una serie de instrumentos, indicadores y alarmas auditivas o visuales que proporcionan

- Velocímetro
- Cuenta kilómetros, u odómetro
- Tacómetro
- Termómetro del aceite de motor
- Indicador de presión de aceite
- Cuenta horas
- Termómetro de agua de refrigeración
- Indicador de nivel de combustible
- Voltímetro
- Amperímetro
- Indicador de funcionamiento del alternador
- Termómetro interior

información o advertencias al conductor. El objetivo de estos es generalmente obvio, de manera que aquí simplemente se entrega un listado:

- Termómetro exterior
- Alarma de exceso de velocidad
- Sensor de distancia
- Alarma de baja presión de aire
- Alarma de bajo nivel de combustible
- Alarma de bajo nivel de líquido refrigerante
- Alarma de sobrecalentamiento del motor
- Bocinas
- Alarma de retroceso
- Desempañador
- Tacógrafo
- Cajas negras de datos de accidente

Formato de desarrollo de especificación

En las páginas 60 a la 62, se muestra una lista que servirá para que el operador considere de manera sistemática sus opciones cuando se considera la adquisición de nuevos vehículos. Es importante enfatizar con mucha fuerza que todos los ítems listados tendrán una influencia importante en el desempeño global del vehículo y en particular en su desempeño energético.

El formulario debe ser usado en sesiones de trabajo con el personal de operaciones y de mantenimiento, así como con los proveedores potenciales y ciertamente con referencia a los catálogos y otras fuentes de información técnica de los vehículos que se consideran. Los resultados de estas conversaciones deben ser documentados ítem por ítem, a fin de que a medida que se avance en el proceso de especificación se puedan tomar

decisiones fundadas sobre los componentes que se seleccionarán.

En la medida que se siga el procedimiento ítem por ítem como se recomienda con seguridad se identificarán materias respecto de las cuales no se dispone de suficiente información bien fundada, además de que probablemente emergerán ítems que no están incluidos en el listado. Esto se debe resolver acudiendo a las fuentes de datos que hagan falta y si es necesario haciendo investigaciones o mediciones en terreno.

El proceso es largo y en ocasiones complejo, pero a su término la empresa tendrá una base objetiva sobre la cual tomar decisiones de inversión que afectarán su futuro por muchos años.

PBV y capacidad de carga

Capacidad de carga

Configuración

Vehículo rígido o articulado

Número de ejes

Pesos por eje

Ejes de tracción: 4x2, 6x2, 6x4

Maniobrabilidad

Chasis

Tipo de carrocería a instalar

Dimensiones y peso

Equipamiento auxiliar: montacargas, grúas

Esfuerzos especiales, cargas desuniformes

Puntos de acople de carrocería

Sistemas de acoplamiento a remolque

5ª rueda y perno real, dimensiones y fabricante

Sistema de acople rápido

Suspensión

Carpeta de rodado

Calidad de rodaje

Suspensión de trabajo estándar o pesado

Posible suspensión de aire

Ruido y peso

Motor

Combustible

Potencia vs PBV

Operación local o de larga distancia

Velocidad de operación

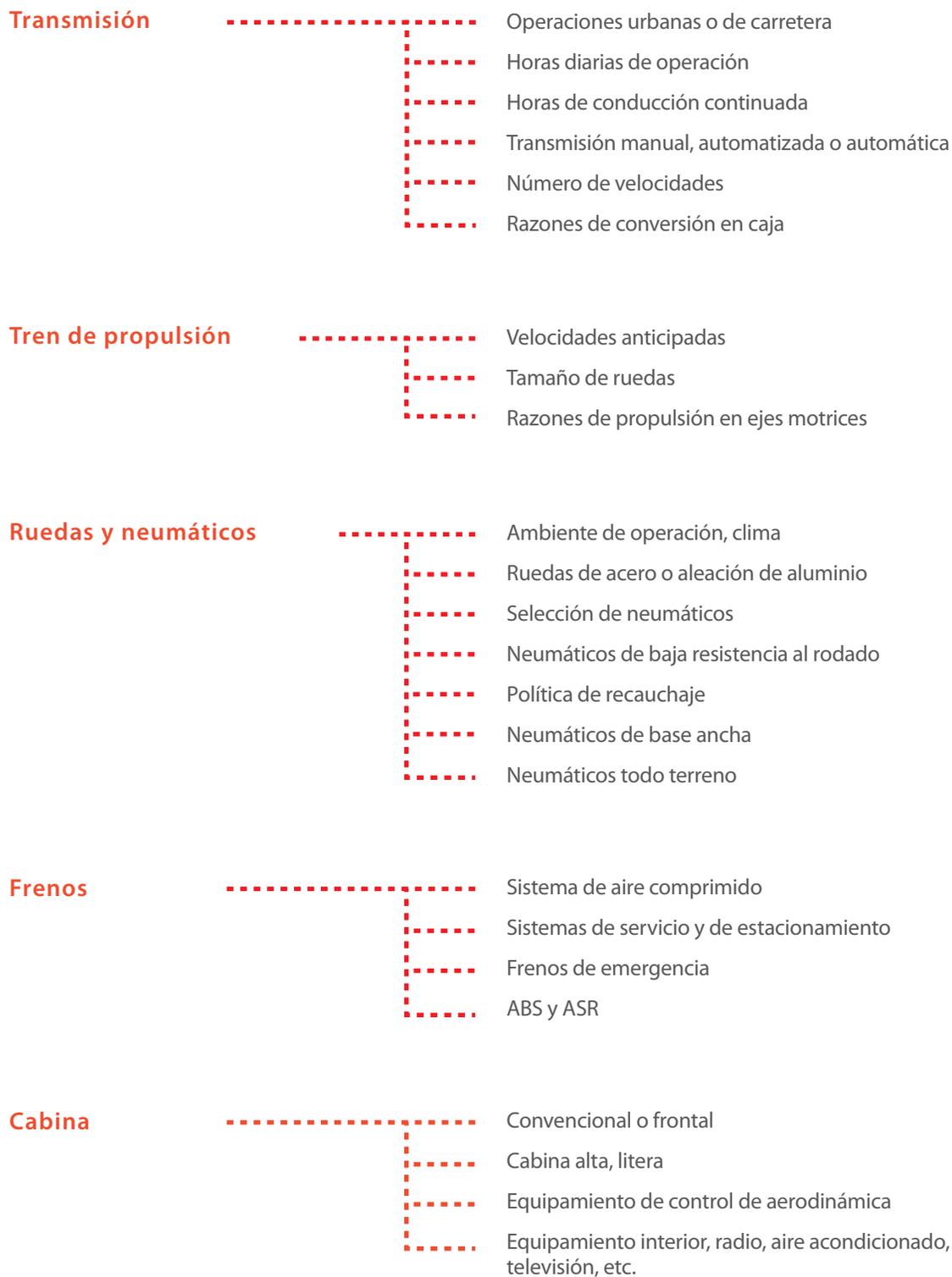
Equipamiento auxiliar con toma fuerza

Potencia vs consumo de combustible

Curvas de potencia y torque

Relación peso potencia

Norma de emisiones



Estanque de combustible

- Practicas de carga de combustible
- Autonomía
- Efectos sobre el peso del vehículo
- Uso de combustible por equipo auxiliar
- Estanques auxiliares
- Litros de capacidad

Instrumentación

- Registro de datos de operación
- Control de velocidad de cruceo
- Instrumentación de alarma
- Instrumentación estándar

Equipamiento de seguridad

- Extintores de fuego
- Bloques de detención
- Luces de advertencia
- Triángulos de advertencia y caja de primeros auxilios

Equipamiento de apoyo

- Manguera de aire comprimido y manómetro
- Generador auxiliar, diesel o gasolina, voltaje
- Circuitos auxiliares a cabina

Normativa a cumplir

- Normativa de pesos por eje
- Norma de emisiones
- Normativa laboral





Monseñor Sótero Sanz n. °221
Providencia. Santiago - Chile
☎ (56-2) 2 571 2200
info@acee.cl
www.cargatee.cl

