

Manual técnico y formativo

Optimización de la conducción verde y la medición on line de la huella de CO₂



Manual técnico y formativo

Optimización de la conducción verde y la medición on line de la huella de CO₂

Este Manual, se ha desarrollado en el marco del proyecto co-financiado por CORFO y co-ejecutado por TECTRANS y Fundación SERCAL: “Sistema de Medición en Línea de Huella Carbono con Tutorial que Optimiza la Conducción y Mantenimiento Verde en Flotas de Camiones” (código 11IDL2-10609). 2012-2014.



Presentación

El sector del transporte terrestre de pasajeros y cargas, es fundamental para garantizar el adecuado desarrollo social y económico de un país, así como para el logro de una conectividad permanente en todo su territorio. Este aspecto es especialmente relevante en Chile dada su alargada distribución geográfica en que las carreteras se constituyen en una verdadera columna vertebral por donde se trasporta el fruto de la mayoría de las actividades económicas productivas.

Dado que el consumo de combustible del sector tiene un fuerte impacto, tanto en el total nacional, al representar en torno al 24% del consumo total de energía, como en la estructura de costos de las empresas de transporte, resulta prioritario aprovechar los avances técnicos de la última década y, además, aumentar la eficiencia de manejo de los vehículos como forma de reducir su consumo energético, con el fin de mejorar la competitividad del sector y mantener servicios sustentables en el tiempo. Por otra parte, se ha demostrado que la contaminación por el CO₂ emitido por la combustión de combustibles fósiles como el petróleo, son responsables del llamado “efecto invernadero” que origina el calentamiento de la atmósfera con su consecuente perjuicio sobre el medio ambiente y sus sistemas ecológicos.

Diversos estudios señalan que las reducciones de consumo de combustible durante la operación de los equipos de transporte son posibles ya sea por mejoras en la tecnología de los vehículos (incorporación de motores más eficientes, ejecución de mantenciones regulares y adecuadas, incorporación de kits aerodinámicos para disminuir la resistencia del aire, etc.) o por mejoras en la forma de manejo de los conductores.

Un estilo de conducción eficiente, que en este manual también llamaremos “conducción verde” por su aporte a la reducción de impactos medioambientales, optimiza el uso de los vehículos, mejora el desempeño de las empresas transportistas, y además evita el consumo de combustible en exceso que no beneficia a nadie y muy por el contrario envenena el medio ambiente. La “conducción verde” es un estilo que implica saber adaptarse a las mejoras tecnológicas que incorporan

los vehículos modernos, para su mejor aprovechamiento, por lo que involucra un cambio de hábitos tanto en las empresas de transporte como en los propios conductores. Profesionales en la conducción que sean capaces de tomar conciencia de las nuevas tecnologías y mejorar su estilo personal de manejo, optimizarán el uso y consumo de combustible, lograrán una reducción de contaminantes emitidos al medio ambiente y una mayor seguridad en la conducción.

Por la importancia que conlleva, el concepto de conducción eficiente debiera ser una materia a incluirse en todas las mallas de formación de conductores, tanto para conductores no profesionales, como en los programas de las escuelas de conductores profesionales por lo que este manual viene a complementar dicha formación.

El presente manual contiene una recopilación bibliográfica de diversos manuales y estudios existentes a nivel mundial, especialmente el Manual de Conducción Eficiente para Vehículos Industriales elaborado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía IDAE, de España pero también incorpora nuestras propias recomendaciones prácticas avaladas por nuestra larga experiencia como transportistas.

Esperamos con este documento contribuir a la formación de nuevos conductores profesionales, a mejorar la forma de manejo de los conductores más antiguos y a la preservación efectiva de nuestro entorno y medio ambiente.

Este manual se inserta dentro del proyecto cofinanciado por InnovaChile de Corfo **“Sistema de Medición en Línea de Huella Carbono con Tutorial que Optimiza la Conducción Mantención Verde en Flotas de Camiones”** que incluye el desarrollo de un prototipo para medir la huella de carbono en línea. Si bien es cierto el eje central del proyecto es la forma como controlar la huella de carbono, en la práctica las reducciones de emisiones de CO₂ de los vehículos serán posibles sólo si los conductores se interiorizan de las nuevas tecnologías aplicadas por los fabricantes de camiones y buses en todas las gamas de vehículos modernos. Lo anterior implica que los dueños de vehículos de transportes de carga y pasajeros entreguen cursos de entrenamiento a sus conductores -todos los fabricantes o representantes de marcas los otorgan- para

que se obtengan mejoras en las prácticas de conducción. Por ello y, como complemento el texto de este manual y la posterior aplicación de sus conceptos es de vital importancia para el proyecto.

Dado el fuerte impacto social que tiene el mejoramiento del medio ambiente, es fundamental que todos los que tenemos participación, en las decisiones de la operación del transporte por carretera, desde las autoridades políticas y administrativas, los fabricantes de vehículos, los dueños de empresas, los mecánicos y los conductores, asumamos la responsabilidad y el compromiso generoso, de entregar a las generaciones futuras un mundo menos contaminado, lo cual será agradecido y reconocido por nuestros descendientes.

Finalmente, queremos agradecer a todos los que han colaborado en el proyecto, y en la elaboración de este manual, en especial al fabricante de camiones y buses Scania, que han facilitado información gráfica y técnica, y a nuestros choferes que han aportado con su invaluable conocimiento y experiencia.

Gustavo Leiva Fuenzalida
Gerente de Operaciones
Tectrans Ltda

Cotenido

1. Introducción	9
2. Consumo de energía y emisiones al medio ambiente en el transporte por carretera	11
2.1. Composición del parque automotriz en Chile	11
2.2. Impacto del transporte en el medio ambiente	12
2.3. Medición del consumo de combustible de los vehículos pesados	17
2.4. Ventajas de la conducción verde	18
3. Tecnología de motores y vehículos	21
3.1. Conceptos de Potencia y Par Motor	21
3.2. El motor como consumidor de energía	23
3.3. Curvas características del motor y curvas de equiconsumo	26
3.4. El consumo de energía en un vehículo	32
3.5. Parámetros externos al vehículo: influencia en el consumo	36
3.6. La caja de cambios y su influencia en la tracción y el consumo de combustible	36
3.7. La inercia de un vehículo en movimiento	39
4. La actitud del conductor	41
4.1. Mentalidad y responsabilidad	41
4.2. Antes de iniciar viaje	41
4.3. Prevenir y anticipar	42
5. Control y Conducción del Vehículo	44
5.1. Control de los neumáticos	44
5.2. Control del motor	45
5.3. Sistemas de ayuda a la reducción del consumo	45
5.4. La carga del vehículo	45
5.5. Arranque del motor e inicio del movimiento del vehículo	47
5.6. Selección de la marcha en la caja de cambio	49
5.7. Circulación en una determinada marcha	53
5.8. Frenadas y desaceleraciones	58
5.9. Paradas prolongadas. Detención del vehículo	59

6. Respuesta ante diferentes situaciones de tránsito	60
6.1 Ingreso a la circulación	60
6.2 Semáforos y detenciones previsibles	60
6.3 Curvas y giros	61
6.4 Otras situaciones del tráfico	61
6.5 Pendientes ascendentes y descendentes	63
6.6 Adelantamientos y situaciones especiales	65
6.7 Conducción urbana. Tránsito congestionado	66
6.8 Conducción de autobuses	66
7. Ejemplos prácticos	68
8. Metodología de la formación práctica	74
8.1 Selección del recorrido y procedimientos de control de consumo	75
8.2 Primera prueba de conducción	76
8.3 Clase teórica	77
8.4 Demostración práctica	78
8.5 Segunda prueba de conducción	78
8.6 Revisión resultados finales	78
9. Claves de la conducción verde	79



1. Introducción

Desde hace varios años la comunidad internacional representada por importantes líderes de países desarrollados y en desarrollo han expresado su preocupación, por la fuerte contaminación que se aprecia en nuestro planeta y han puesto una voz de alarma, para crear conciencia en los ciudadanos del mundo, para que todos aportemos a la descontaminación.

Conscientes de lo anterior y conociendo el daño que producen las emisiones que salen por el tubo de escape los fabricantes de vehículos motorizados han desarrollado importantes avances tecnológicos que se han incorporado, principalmente, a los motores de los automóviles y también a los motores de vehículos de transporte de carga y de pasajeros, para hacerlos más eficientes, menos contaminantes y más amigables con el medio ambiente. Para que estos avances sean bien aprovechados y rindan los frutos que se esperan de ellos, es preciso que las personas que conducen estén conscientes que se deben aplicar conceptos y conocimientos nuevos para un sistema de conducción moderno que se adapte a los nuevos vehículos. En general, todos los fabricantes han incorporado normas de conducción eficiente para un mejor desempeño de sus vehículos, pero éstas están relacionadas directamente con el vehículo en particular, por lo que se hace necesario crear cursos, manuales y guías especializados, de aplicación universal, que vayan más allá de la tecnología y que estén orientados a actualizar los conocimientos de los conductores. En adelante también llamaremos “conducción verde” a esta nueva forma de conducir con eficiencia y en armonía con el medio ambiente.

Conducir en forma ecológica es un desafío que requiere aplicar varias técnicas nuevas que, vinculadas a una buena disposición del chofer, darán espacio a una forma de conducir moderna y eficiente que nos permitirá disminuir en gran medida la emisión de contaminantes al medio ambiente, mejorando la seguridad vial y disminuyendo el consumo ineficiente de combustibles fósiles principales causantes de la emisión de material particulado y de dióxido de carbono (CO₂).

Es evidente que sólo practicando y aplicando estas nuevas formas de conducción verde lograremos los objetivos deseados. Es por ello que los conocimientos entregados en este manual se irán perfeccionando, con las horas de conducción donde los alumnos apliquen lo que aprendieron. Los resultados de una conducción verde son:

- Contribución al ahorro de energía a nivel nacional
- Disminución de la emisión de dióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera
- Mejora de las condiciones de seguridad de la conducción
- Mayor duración de los componentes mecánicos de los vehículos y aumento de la vida útil del vehículo.
- Menor presión de trabajo y ausencia de cansancio por estrés
- Reducción en los costos de mantención de los vehículos.
- Eliminar el consumo inútil de combustible.

En este manual haremos mención y breve explicación sobre nuevas tecnologías que se aplican al funcionamiento de los motores, los nuevos diseños de cajas de cambio y diferenciales, el efecto del viento y los nuevos diseños de disipadores para romper la resistencia y las turbulencias que se producen mientras se avanza en la ruta. Todo ello para establecer la relación que existe, entre la emisión de contaminantes al medio ambiente con el consumo de combustible.

En el manual se entrega información general sobre las características técnicas de vehículos según los antecedentes entregados por los fabricantes, tanto en aspectos mecánicos, como electrónicos e instrumentales. Posteriormente en el tema relacionado con los instrumentos y controles del vehículo, se darán explicaciones y se entregarán conocimientos y análisis sobre las nuevas formas y técnicas de la “conducción verde”. También se darán a conocer algunas experiencias y consejos prácticos sobre situaciones reales de ocurrencia común en las rutas, con aplicación de las metodologías propuestas por los fabricantes de vehículos. También presentaremos varias normas y reglas que se deberán observar, en actitud positiva y de compromiso con la defensa del medio ambiente a ser adoptadas por los choferes, para lograr la “conducción verde” que se persigue. Además se explicarán procedimientos y la aplicación de maniobras frente a determinadas situaciones de la ruta.

2. Consumo de energía y emisiones al medio ambiente en el transporte por carretera

El transporte es el sector de mayor consumo energético y mayores emisiones de CO₂ en nuestro país. Dentro del sector del transporte, presenta especial relevancia el transporte por carretera de vehículos pesados, tanto de pasajeros como de carga. Según cifras de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética el 33% del consumo total de energía a nivel nacional corresponde al transporte, del que el 80% corresponde al transporte terrestre. En contrapartida el sector transporte terrestre contribuye directamente sólo con un 3% al PIB del país. Esto señala que una actividad tan necesaria como contaminante contribuye directamente sólo con una muy pequeña parte al PIB. Claro que la contribución indirecta es mucho mayor considerando que nuestras principales producciones nacionales se transportan tanto internamente como al exterior mediante la vía terrestre.

2.1. Composición del parque automotriz en Chile

Según estadísticas del INE, el año 2011 el parque automotriz del país estaba constituido principalmente por vehículos particulares (88%), por transporte colectivo (5%) y transporte de carga (7%), este último con un parque total de 250 mil vehículos, de los cuales más de la mitad corresponden a camión simple, y un 14% a tracto camión (casi 35 mil vehículos).

En el camión simple su cabina y caja para la carga están montadas sobre el mismo chasis. Pueden ser de tamaño pequeño, medio o grande. Por su parte el tracto camión, consta de un chasis en el que va ubicado el motor y la cabina, y está concebido para arrastrar semirremolques.

A su vez, los camiones pueden subdividirse de la siguiente forma:

Camión simple. Atendiendo a su carga útil:

Livianos (carga útil no superior a 3,5t): Utilizan motores desde 75 hasta 125 HP, con pares máximos entre 20 y 100 kgm, proporcionados por motores de entre 2 y 6 litros de cilindrada, acoplados a cajas de cambios de entre 4 y 6 marchas. En la mayoría de los modelos se encuentra disponible la opción de cajas de cambio automáticas.

Pesados (carga útil superior a 3,5t): Potencias muy variables entre 250 y 580 HP, proporcionadas por motores de entre 7 y 16 litros de cilindrada. Pares máximos entre 100 y 270 kgm, y cajas de cambios de 9 a 16 marchas, manuales, aunque en todas las categorías hay disponibles cajas de cambios automáticas.

Tracto Camión. Atendiendo a la potencia de los motores que incorporan:

Hasta 380 HP: los tracto camión están equipados con motores de 8 a 12 litros de cilindrada para este rango de potencia, entregando entre 120 y 180 kgm de par máximo. Utilizan cajas de cambios manuales de entre 12 y 16 relaciones, y también cajas automáticas.

Desde 380 HP: los tracto camión en este rango de potencia utilizan motores de entre 9 y 16 litros de cilindrada, dando pares máximos de entre 170 y 290 kgm. Usan cajas de cambios manuales de entre 12 y 16 velocidades y también automáticas.

Construcción y especiales: hay mucha variedad en este tipo de camiones, aunque los motores y grupos de transmisión son los usados en las otras categorías. Por lo tanto, hay potencias disponibles entre 170 y 570 HP, y pares máximos que varían entre 56 y 280 kgm, proporcionados por motores de entre 7 y 16 litros de cilindrada, conectados a cajas de cambios manuales, de entre 6 y 16 velocidades de transmisión.

2.2 Impacto del transporte en el medio ambiente

Las fuentes móviles (camiones, buses, automóviles, motos, etc) contaminan el aire a través de la combustión del combustible, incrementando los tóxicos del aire y los gases de efecto invernadero. La combustión de combustibles en los vehículos produce dos tipos de emisiones por el tubo de escape:

- Anhídrido carbónico (CO₂) inherente a todo proceso de combustión. Aumenta con el consumo de combustible.
- Contaminantes que afectan a la calidad del aire, dependen de la calidad de la combustión y los sistemas depuradores que tenga el vehículo.

En los motores diésel, cada vez que un litro de combustible se quema en el motor, por el tubo de escape salen 2,6 kg de CO₂. Los científicos han demostrado que del CO₂ que se emite a la atmósfera una parte se acumula en la misma, siendo el principal causante de la modificación del denominado “efecto invernadero” que da lugar al conocido “cambio climático”. El efecto invernadero es fundamental para la vida en la tierra, pues hace que su temperatura media sea de unos 15° C, pero el incremento de concentración de este gas en la atmósfera por causa de la combustión de combustibles fósiles hace que dicha temperatura media tienda a subir, lo que puede ocasionar graves problemas a la humanidad como modificación de la meteorología o incremento del nivel de los mares, sequías, etc.

Emisiones de CO₂ por litro de petróleo en un vehículo diesel



De aquí que todos los países están implementando medidas para reducir el consumo de combustibles fósiles mediante campañas de promoción de un uso eficiente de la energía y a través de programas de ahorro energético; pero, también, el usuario de vehículos motorizados debe tomar conciencia de su propia responsabilidad y actuar en forma tal orientado al uso eficiente de los combustibles. En este sentido, consumos no responsables de combustibles son equivalentes a dejar la luz encendida en nuestra casa, o dejar el calefont encendido toda la noche. Es probable que el gasto de combustible no nos afecte directamente pero sí lo harán los efectos que se produzcan sobre el medio ambiente.

Acciones encaminadas al ahorro energético y a la reducción de emisiones en el transporte por carretera:

- Reducir el consumo de los vehículos nuevos.
- Mayor utilización de los biocombustibles (biodiésel y bioetanol).
- Dirigir el mercado a vehículos de menor consumo.
- Conducir de forma más eficiente.
- Gestión eficiente de los medios de transporte.

De las acciones anteriores la mayoría dependen de políticas de estado y de la tecnología que los fabricantes y el mercado entregan a las empresas transportistas, por lo que las empresas de transportes no tienen mucha capacidad de decisión, más bien, les corresponde acatar y adaptarse a la nueva tecnología. Sin embargo, hay una línea de acción que puede ser atendida directamente por las propias empresas y conductores, que es la conducción verde, eficiente y sustentable.

Las sustancias contaminantes se emiten en cantidades mucho más pequeñas que las de CO₂, pero al acumularse en la atmósfera afectan a la calidad del aire y la salud de los seres humanos. Las más importantes son:

- El monóxido de carbono (CO)
- Los hidrocarburos (HC)
- Los óxidos de nitrógeno (NO_x)
- Las partículas o material particulado (PM) que son causantes de la opacidad de los humos y el smog.

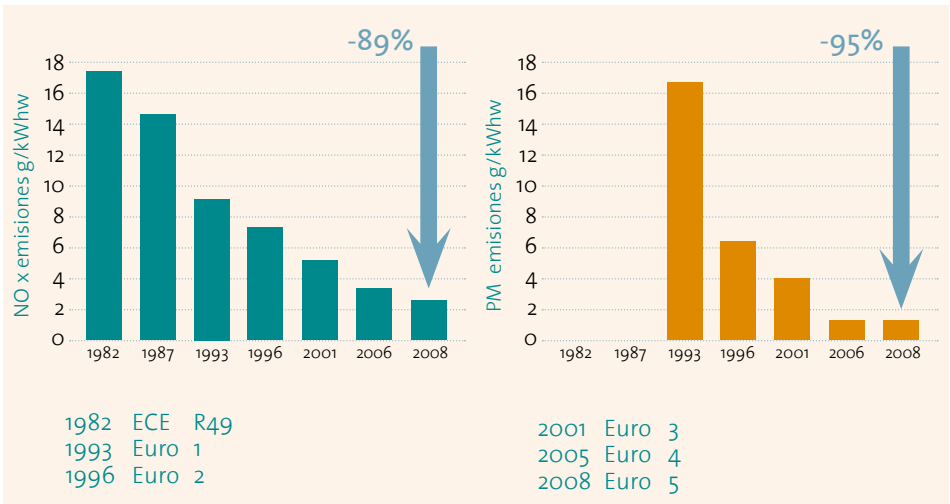
Estas emisiones se limitan para los vehículos pesados nuevos a través de las Normativas conocidas como Euro 3, 4, y 5 vigentes en Europa y normas EPA vigentes en USA. Nuestro país está en sintonía con las disposiciones mencionadas, y desde el 1 de enero de 2012 sólo se otorga la PPU (placa patente única) a los vehículos que cumplen, a lo menos, con la norma Euro 4 o equivalente.

Evolución de los límites de emisiones para camiones y autobuses en Europa

	Fórmula	Unidad	Euro 3 2001	Euro 4 2005	Euro 5 2008
Óxidos de Nitrógeno	NOx	g/kWh	5	3,5	2
Hidrocarburos sin quemar	HC	g/kWh	0,66	0,46	0,46
Monóxido de carbono	CO	g/kWh	2,1	1,5	1,5
Partículas	PM	g/kWh	1,6	1,1	1,1
Humo		m-1	0,8	0,5	0,5

En las gráficas que se presentan a continuación, se muestra la reducción llevada a cabo de las emisiones de NOx y de PM en los vehículos pesados a través de la entrada en vigor de las distintas normativas. Se observan reducciones de un 89% para el caso de los NOx y de un 95% para el material particulado.

Evolución de las emisiones contaminantes por unidad de energía producida



Por cada litro de combustible consumido, un camión actual de 420 HP emite aproximadamente:

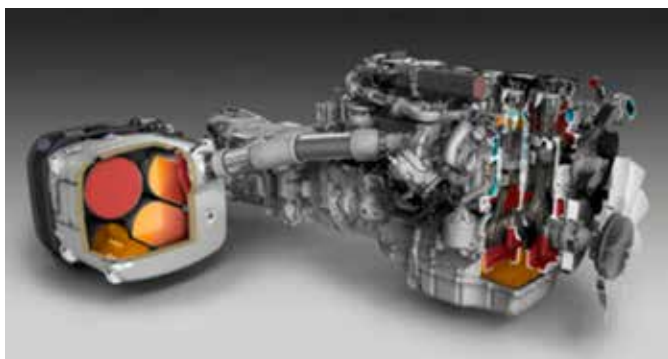
- CO: 15 - 20 gramos
- HC: 2 - 3 gramos
- NOx: 5 - 8 gramos
- Partículas: 4 - 7 gramos

Conviene reseñar también, que algunas de las innovaciones tecnológicas que presentan los motores actuales, reducen las emisiones contaminantes, pero aumentan ligeramente la emisión de CO₂, al incidir en ligeros aumentos en el consumo de combustible.

Entre las ventajas de los motores de últimas generaciones, figura la gestión electrónica de los distintos sistemas del vehículo, a través de una unidad de control electrónica que incorpora otras funciones como autodiagnósticos y ayudas a la conducción, que utilizadas de forma adecuada pueden mejorar el rendimiento por el consumo de combustible del vehículo.

Las nuevas normativas de control de la contaminación atmosférica a nivel mundial, han obligado a los fabricantes a buscar soluciones tecnológicas cada vez más sofisticadas para los motores de los vehículos pesados. La inyección de alta presión con sistemas de inyector unitario o sistemas "Common rail", la sobrealimentación con post-enfriado y turbo de paso variable, así como la recirculación de gases de escape (EGR), son algunas de las últimas tendencias de los motores de camiones y autobuses.

Una vez que los gases salen del motor pueden ser tratados en el sistema de escape antes de llegar a la atmósfera. Entre las soluciones posibles para tal fin, destacan los catalizadores o convertidores catalíticos que reducen los gases contaminantes del escape, los filtros de partículas y los sistemas SCR (Catalizador de Reducción Selectiva) para tratar los gases de escape con urea y eliminar los NOx.



2.3 Medición del consumo de combustible de los vehículos pesados

El funcionamiento del motor de un vehículo implica un consumo de combustible, al ser inyectado en los cilindros durante un lapso de tiempo, por lo que la unidad de caudal de combustible más usual es (Litros / hora).

Sin embargo, esta unidad no es la que se usa normalmente en los vehículos de carretera, ya que su objeto es mover cargas o personas un cierto número de kilómetros por lo que se usa en este caso: Kilómetros por litro (Km/l), lo que da una estimación del consumo de combustible.

Atendiendo al motor de un vehículo, su consumo de combustible depende de la potencia, medida ésta en caballos de poder (HP) o en kilovatios (kW), que el motor entrega en cada momento, por lo que al hablar de motores, se suele emplear el término de “factor de consumo” o “consumo específico”, que es el gasto de combustible empleado en producir una unidad determinada de energía, el cual se puede expresar en:

Litros/HPh: litros por cada caballo de potencia y por cada hora de funcionamiento.

Gramos/HPh o g/kWh: teniendo en cuenta, a efectos de conversión de unidades, que 1HP equivale a 0,746 kW, y por tanto, 1kW equivale a 1,34 HP.

Conviene conocer, a efecto de la realización de cálculos, que el peso específico del petróleo diesel es del orden de 840 gramos por cada litro, es decir es un poco menos densa o pesada que el agua (un 16%).

En términos generales la potencia demandada al motor depende de:

- El peso del vehículo y sus características técnicas
- La aceleración que se le imprime
- La pendiente de la carretera
- La velocidad a la que circula
- La congestión vial
- Las condiciones climáticas

Una forma de eliminar un consumo inútil de combustible es evitando, en la medida de lo posible, los periodos de tener el vehículo detenido y su motor funcionando a ralentí. Varias marcas han incorporado un temporizador, que detecta que el motor no está haciendo fuerza y detiene en forma automática su funcionamiento.

Disponer de un motor capaz de entregar mucha potencia, para emplear de forma habitual una potencia mucho menor, da lugar a mayores consumos que si empleáramos para ello un motor de menor potencia máxima. El propietario debe ser capaz, por tanto, de seleccionar el motor con una potencia adecuada para el uso requerido a su vehículo.

Además del motor, el tipo de caja de cambios, así como el puente trasero de reducción, repercutirán en el consumo del vehículo. Actualmente, los fabricantes ofrecen una amplia oferta en los distintos sistemas del vehículo, pudiendo el comprador personalizar prácticamente el vehículo en función de sus necesidades.

Por esta razón, es de gran importancia la consideración por parte del comprador, tanto de las características necesarias que deben tener los distintos sistemas del vehículo, como de la oferta disponible en el mercado, cotejando la información detallada al respecto facilitada por los distintos fabricantes.

2.4 Ventajas de la conducción verde

La evolución tecnológica aplicada durante los últimos años, ha modificado en gran medida el diseño de los vehículos y ha permitido la introducción de importantes modificaciones en el motor y en los distintos sistemas destinados a aumentar su rendimiento, reduciendo su consumo de combustible y sus emisiones. Estas mejoras tecnológicas demandan al conductor un nuevo estilo de conducción acorde con ellas y que aproveche las ventajas que proporcionan.

La conducción verde ofrece las siguientes ventajas:

Ahorro de energía. El conductor, con un manejo adecuado y ajustado a las nuevas condiciones mecánicas y tecnológicas del vehículo puede optimizar el consumo de combustible del vehículo. Si todos los conductores adoptaran el desafío de aplicar una conducción verde se puede lograr en el tiempo un considerable ahorro energético para nuestro país, que debe importar cerca del 90% del combustible usado por el parque automotor, mejorándose además la balanza de pagos (diferencia entre lo que se importa y exporta) y reduciéndose la dependencia energética del exterior.

Disminución de los niveles contaminantes. El combustible supone el principal agente contaminante que genera la actividad de un vehículo pesado. Una mayor eficiencia en el consumo de combustible incidirá en un mayor beneficio directo para el medio ambiente. Lo anterior repercute directamente en la competitividad de la empresa respecto a su competencia, especialmente debido a las exigencias de control de la huella de carbono que hacen los países desarrollados, con los cuales Chile mantiene compromisos de libre comercio.

Reducción del costo de mantención. El efecto de reducción de consumo de combustible está asociado, también, a un menor costo en mantención del vehículo, debido a un menor desgaste por tiempo de funcionamiento del motor o por uso adecuado de los sistemas. Esto debido a que mejoras en la conducción provocan que los distintos sistemas del vehículo (frenos, embrague, caja de cambios, motor...), estén sometidos a un esfuerzo inferior al que soportarían en el caso de la conducción convencional o mejor dicho, no entrenada. Aplicando las técnicas de la conducción eficiente, se han registrado reducciones medias de utilización de la caja de cambios del orden del 30%.

Reducción de emisiones. La reducción del consumo de combustible a través de la puesta en práctica de la conducción verde va ligada a una reducción de las emisiones de CO₂ y de contaminantes al medio ambiente con lo que se contribuye a reducir el calentamiento de la atmósfera y al cumplimiento de los acuerdos internacionales en esta materia.

Mejora de la velocidad media. Con la conducción verde se realizan las aceleraciones de una forma más efectiva, se evitan en mayor medida las detenciones y se aprovechan mejor las inercias que presenta el vehículo en su circulación.

Reducción del riesgo de accidentes. La conducción eficiente incrementa la seguridad en la conducción, ya que estas técnicas están basadas en la prevención y en la anticipación. Esta mejora en la seguridad está constatada a través de distintos estudios realizados en países europeos donde lleva tiempo implantada, con reducciones en las cifras y gravedad de los accidentes de tráfico.

Mejora del confort. Además de todos los sistemas de mejora del confort que incorporan los vehículos modernos, se puede hacer que el viaje sea aún más cómodo mediante la nueva conducción eficiente que consiste en un estilo de conducción impregnado de tranquilidad y sosiego, que reduce las tensiones y el estado de estrés producido por el tráfico al que están sometidos los conductores.

Costos de operación de un vehículo.

Varios de los ítemes del costo operacional de los vehículos de transporte de carga y/o de pasajeros han registrado disminuciones gracias a las nuevas tecnologías desarrolladas en diferentes insumos y componentes de los equipos: lubricantes de mayor duración; neumáticos tubulares; diseño aerodinámico de las cabinas; nuevos sistemas de inyección; papeles filtro de mejor prestación. Y no se puede olvidar la mejor calidad de las carreteras; etc.

3. Tecnología de motores y vehículos

Para la correcta comprensión de los conceptos asociados a la Conducción Eficiente y/o Conducción Verde, es de gran utilidad el conocimiento de una serie de aspectos técnicos sobre los motores y el comportamiento de los vehículos. Cuanto mejor conocimiento se tenga del vehículo, mejor utilización se hará del mismo.

3.1 Conceptos de Potencia y Par Motor

El funcionamiento de un motor tiene como objetivo fundamental, la extracción de la energía almacenada en el combustible en forma química, y su transformación en energía mecánica, para la realización de un trabajo.

El combustible se transforma en potencia precisamente quemándose de manera controlada en el interior de los cilindros del motor. Para su combustión necesita del aire, tomado de la atmósfera y comprimido por el turbo. En el proceso se eleva la temperatura de la cámara de combustión, haciendo que los gases en su interior se inflamen y tiendan a expandirse, empujando al pistón hacia abajo por el interior del cilindro y transmitiendo la fuerza a las bielas y desde éstas al cigüeñal. Esta energía mecánica se aprovecha después para mover el vehículo.

Para realizar una conducción eficiente, es necesario entender los términos de par y de potencia, cómo se actúa sobre ellos y su relación con el consumo.

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

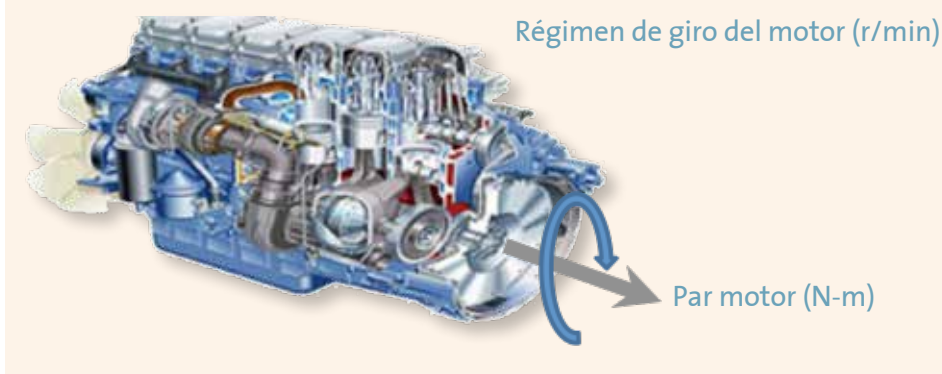
El concepto de par, se puede entender como una fuerza de rotación aplicada al final de un eje giratorio. Por ejemplo, la fuerza que se hace para girar un destornillador a la hora de enroscar un tornillo es un par. Cuanto más par se desarrolle, más se podrá apretar el tornillo.

En un vehículo hay que distinguir dos pares fundamentales:

El Par Motor. Es la fuerza (el par) desarrollada por el motor en todo momento y medido en el final del cigüeñal, volante de inercia o primario del embrague. Se produce debido a la combustión del combustible en los cilindros, por lo que, en general, cuanto más se apriete el acelerador mayor será el par obtenido.

El Par en Rueda. Es el par que se aplica en la rueda, proporcionando la fuerza de tracción que será la que realmente mueva el vehículo. Es diferente al par motor, puesto que la caja de cambios se encarga de multiplicarlo, ya que, como se verá después, al reducir la velocidad de giro en la caja se multiplica el par. Mientras más bajos sean los cambios es menor la velocidad de desplazamiento, las ruedas giran más lento, y se multiplica el par o la fuerza en las ruedas.

El motor proporciona par y régimen de giro



El Par Motor Máximo, que es el dato habitualmente proporcionado por los fabricantes, es la máxima fuerza de giro que puede proporcionar el motor. Se da solamente en unas condiciones determinadas:

- Plena carga: acelerador pisado al 100%.
- Régimen de revoluciones de motor intermedio o rango verde, que es aquel en el que se consigue la optimización de diversos factores, entre ellos el rendimiento del turbo y la combustión.

A cargas parciales, es decir, sin el acelerador a fondo, no se puede obtener el par máximo del motor.

La potencia es la cantidad de trabajo que puede desarrollar un motor en un tiempo determinado. Cuanta más potencia tenga un motor, más trabajo podrá realizar en el mismo tiempo. Con un motor más potente, un camión puede:

- Acelerar un vehículo más deprisa.
- Subir una pendiente a más velocidad.
- Remolcar cargas más pesadas.

Como se puede ver en la figura, el motor proporciona en todo momento un par y un régimen de giro. El valor de la potencia en cada instante se obtiene al multiplicar el par por el régimen de giro:

$$\text{Potencia (HP)} = \text{Par motor (Nm)} \times \text{Régimen (r/min)} / 6.928$$

Por ello, en un motor aumenta la potencia, bien porque se aumente el par apretando el acelerador, o bien porque se aumente el régimen de giro elevando las RPM.

La potencia máxima suele darse a altos regímenes (revoluciones) del motor y el par máximo a regímenes medios o bajos.

La potencia máxima del motor da lugar a la mayor potencia en rueda, lo que condiciona la máxima pendiente que podrá superar el vehículo o la máxima velocidad que podrá alcanzar en una pendiente.

En un motor que funciona a potencia máxima (régimen de RPM de motor elevado y acelerador a fondo), el consumo es muy elevado. En circunstancias normales de circulación, no es necesario el desarrollo de potencias tan elevadas.

3.2 El motor como consumidor de energía

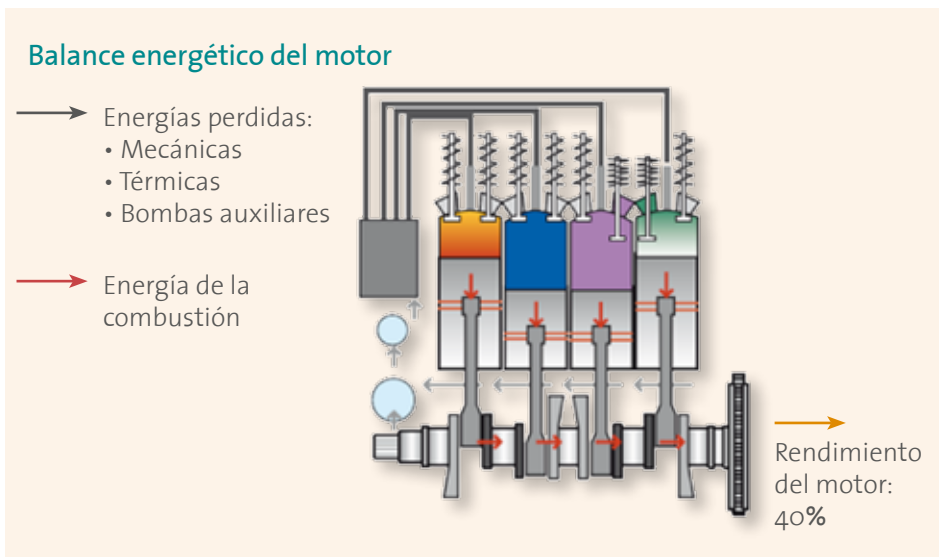
La presión ejercida por la combustión en el cilindro, empuja el pistón y genera un par motor. Parte de la energía de la combustión se pierde en su transferencia hacia el eje de salida del motor. Estas pérdidas son inevitables y, en cierta manera, necesarias para que pueda funcionar. Las más importantes son las que se detallan a continuación:

Pérdidas de energía de origen térmico:

Sistema de refrigeración: el fluido refrigerante (agua + aditivos) se encarga de mantener la piezas internas del motor a una temperatura adecuada para su funcionamiento. Aproximadamente el 15% de la energía extraída del combustible se pierde en forma de calor disipado a través del sistema de refrigeración.

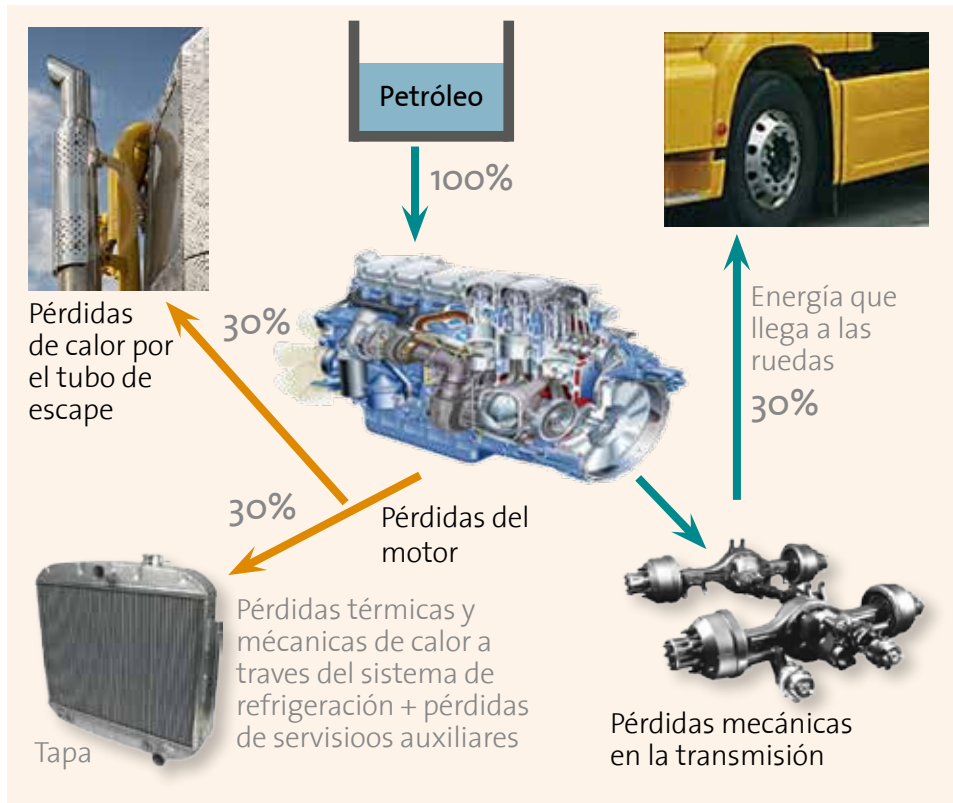
Gases de escape: los gases que salen por el escape lo hacen a temperaturas elevadas (entre 400 y 500 °C), llevándose consigo casi un 30% de la energía del combustible.

Pérdidas de energía de origen mecánico: son las debidas a los rozamientos internos de las diversas piezas del motor y las debidas a gasto de potencia para los servicios auxiliares de las bombas de aceite, y de agua y para el alternador. Rondan el 15% de la energía del combustible. La energía perdida a través de los rozamientos mecánicos, se disipa finalmente a través del radiador de aceite o del mismo radiador de refrigerante del motor.



Por lo tanto, queda aproximadamente un 40% de la energía inicial, la cual es proporcionada por el motor en forma de potencia para accionar la transmisión. Como en ésta se pierde aproximadamente otro 10% de la energía disponible inicialmente, a la rueda llega sólo en torno al 30% de la energía del combustible, cuando un vehículo avanza por una

carretera a velocidad constante. La siguiente figura, muestra el balance energético que tiene lugar en el funcionamiento de un vehículo cuando circula por una carretera a una velocidad constante:



Nota: Del 100% de energía que entrega el combustible, en el funcionamiento del motor se pierde un 60% por fricción, calor y por refrigeración. El 40% disponible el motor lo entrega al sistema de transmisión donde se pierde un 10% adicional por roce mecánico. Entonces sólo un 30% de la energía que nos entrega el petróleo llega a las ruedas, para trabajo efectivo.

MUY IMPORTANTE:

Existen condiciones de utilización de los motores en las que el consumo de combustible es cero. Cuando el motor se encuentra girando sin pisar el acelerador, con la relación de marchas en la que se circula engranada y en retención, estando o no accionado el retardador, no se inyecta combustible en los cilindros, es decir, no se consume combustible. En una bajada, sin pisar el acelerador se interrumpe el consumo de combustible.

Cuando al reducirse la velocidad del vehículo y las RPM del motor se acercan a las de ralentí, esta condición desaparece, volviendo a inyectarse una pequeña cantidad de combustible para asegurar que el motor no se pare.

3.3 Curvas características del motor y curvas de equiconsumo

Un motor de automóvil normalmente trabaja en condiciones distintas a las de plena carga (acelerador a fondo) de los vehículos de transporte. Para conocer cuáles son las prestaciones del motor en cualquier condición de régimen de giro y posición del acelerador, se utilizan las curvas características. Estas curvas permiten entender las posibilidades de utilización del motor de un vehículo y estudiándolas con detalle se obtienen las características principales que definen el comportamiento de cada motor.

3.3.1 Curvas de Par y de Potencia

Curva de par a plena carga: es la habitualmente proporcionada por el fabricante, y muestra el par máximo entregado por el motor a cada régimen de giro cuando la carga es máxima, es decir, el acelerador está pisado a fondo.

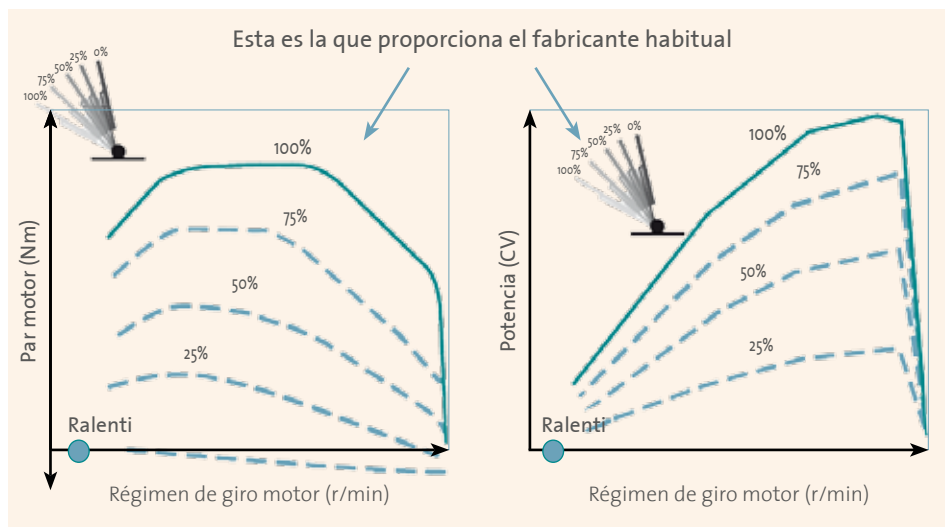
Curva de par a carga parcial: muestra el par proporcionado por el motor a diferentes posiciones del pedal acelerador, por ejemplo al 25%, 50% ó 75% de su recorrido.

Curva de potencia a plena carga: es también la que habitualmente proporciona el fabricante, y muestra el valor de la potencia que entrega el motor a cada régimen de giro cuando la carga es máxima, es decir, el acelerador pisado a fondo.

Curva de potencia a carga parcial: muestra la potencia proporcionada por el motor en función de las revoluciones del mismo, cuando la carga es menor de la máxima, es decir a posiciones del pedal acelerador de, por ejemplo, el 25%, 50% ó 75% de su recorrido.

Tan importante o más que el valor que alcanza el par motor máximo, o el de la potencia máxima, será el conocimiento por parte del conductor de los rangos o intervalos de revoluciones en las que se obtienen estos

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



Nota: 1CV = 0,9863

Como se verá en el siguiente numeral 3.3.2, el intervalo de revoluciones de par máximo va a ser la referencia para la realización de los cambios de marcha y de la circulación del vehículo de una forma eficiente, mientras que el de potencia máxima será utilizado para las situaciones más exigentes de utilización del motor, dando lugar a mayores consumos de combustible.

3.3.2 Curvas de equiconsumo

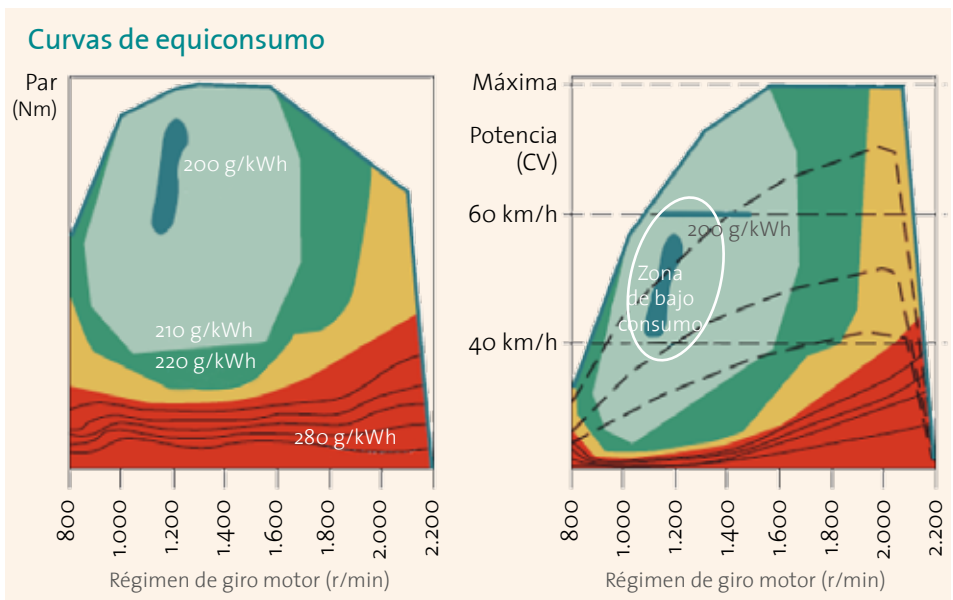
Estas curvas se suelen dibujar sobre las de par (o de potencia) del motor y representan líneas de nivel de consumo específico constante. Es decir, las condiciones del motor en cada curva son tales que la cantidad de gramos de combustible necesarios para producir una determinada cantidad de energía es constante, o lo que es lo mismo, en las que el rendimiento del motor es constante.

Existe una zona, denominada “polo de mínimo consumo”, que proporciona el menor valor de consumo específico (en g/HPh o en litro/HPh), es decir el mejor rendimiento del motor. La zona de consumos específicos

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

Por lo tanto, mantener el motor en condiciones de trabajo cercanas a las de menor consumo específico proporciona menores consumos para una misma cantidad de energía producida. En estas condiciones el motor aprovechará mejor el combustible por lo que el vehículo consumirá menos haciendo el mismo trabajo, o lo que es lo mismo, realizando el mismo trayecto, con menores emisiones contaminantes.

Las “curvas equiconsumo” dan información sobre las zonas de mínimos consumos por unidad de potencia entregada. Si sobre dichas curvas se superponen las de respuesta del motor a varias posiciones del pedal acelerador, se puede ver que a potencia constante, existe una zona de régimen de giro donde el consumo específico es mínimo, y por tanto, si se circula en estas condiciones, lo será también el consumo medido en Km/lit. Esta zona se corresponderá con la parte inferior de la zona verde del cuentarrevoluciones.



Sin embargo, conviene aclarar que un motor consumirá menos caudal de combustible cuanto más baja sea la potencia que se le demande.

Un vehículo necesita más potencia para ir a mayor velocidad, pues aumentan las resistencias aerodinámica y de rodadura. En la situación de circulación a una determinada velocidad, se necesita una cantidad fija de potencia entregada por el motor. En la gráfica arriba mostrada de potencia/ régimen del motor, si el vehículo circula a 40 km/h (línea horizontal inferior), se observa que la potencia necesaria para circular se puede obtener de distintas formas:

A altas revoluciones, circulando en relaciones de marcha que no son las más largas y con el pedal acelerador poco pisado.

A más bajas revoluciones, circulando en marchas más largas y con el acelerador pisado en mayor medida, concretamente en torno a las 3/4 partes de su recorrido.

Así pues, en este último supuesto, el motor trabajará en la zona de mínimos consumos específicos, del orden de 200 g/kWh, consumiendo considerablemente menos que en el primer caso, donde los consumos específicos rondarían los 230 g/kWh.

3.3.3 Fuerzas de resistencia al avance de un vehículo

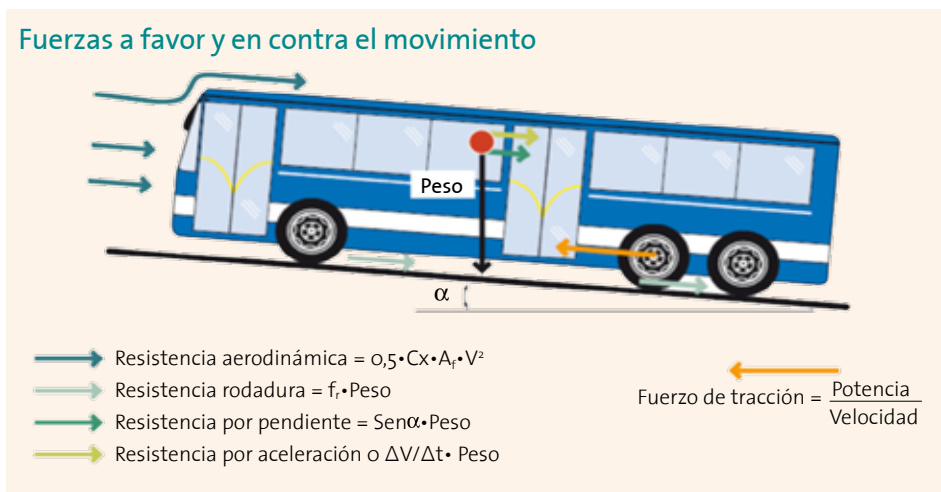
Los vehículos pueden mantener una velocidad, acelerar y subir pendientes, debido a que las ruedas motrices ejercen una fuerza de empuje sobre el eje y en contra del suelo, transmitida por el rozamiento neumático-pavimento. Esta es la denominada fuerza de tracción en rueda que se puede obtener dividiendo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

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

Fuerza de resistencia al avance por rodadura: Al rodar un neumático cargado por una superficie dura se deforma. Esto provoca una fuerza que se opone al movimiento del mismo, llamada resistencia a la rodadura. En vehículos cargados y circulando a bajas velocidades, ésta es la resistencia que más energía requiere para su vencimiento, llegando

a suponer hasta un 40% de la fuerza total resistente. Esta fuerza de resistencia es proporcional a la masa del vehículo y depende del tipo y número de neumáticos, aumentando considerablemente cuando el neumático está desinflado.

Fuerza de resistencia al avance por pendiente: como es sabido, la fuerza de la gravedad tiende a evitar que cualquier cuerpo ascienda y, por lo tanto, cuando sube por una pendiente, es necesario vencer esta fuerza. De la misma manera, cuando se desciende por una bajada, esta misma fuerza favorece el movimiento, tendiendo a acelerar al camión. Esta fuerza depende directamente de la masa total del vehículo y de la inclinación de la gradiente (pendiente en bajada).



Fuerza de resistencia al avance por aerodinámica: Cuando un vehículo avanza, debe ir desplazando el aire que tiene delante y llenando el hueco que va dejando detrás. Cuanto mayor es la velocidad, mucho mayor es la potencia necesaria para realizar dicho trabajo, es decir, para vencer la resistencia aerodinámica. La resistencia aerodinámica depende de la sección frontal del vehículo, de la forma del camión y de la densidad del aire y aumenta con el aumento de la velocidad elevado al cuadrado.

Duplicar la velocidad, equivale a multiplicar por 8 la potencia necesaria para vencer la resistencia aerodinámica. Por ello, los componentes que modifican la aerodinámica del vehículo, cobran gran importancia, por lo que se recomiendan las formas suaves, sin alteraciones bruscas de sección ni zonas angulosas.

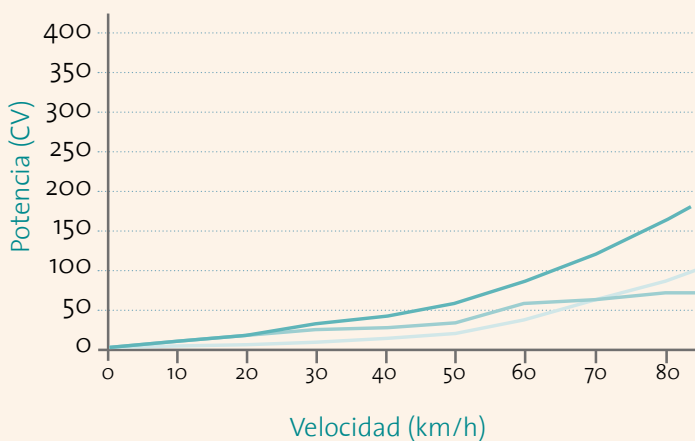
Los spoilers y deflectores en techo de cabina cuando están bien instalados ayudan a reducir el consumo de combustible. También se pueden instalar en los costados de los camiones, semirremolques y/o remolques.

Los spoilers se ajustarán de forma que su parte superior quede al mismo nivel con la parte alta de la carga.

Fuerza de resistencia por aceleración: al acelerar un vehículo, se necesita vencer una fuerza proporcional a la masa del vehículo por la aceleración a la que se le somete. Por tanto, en un proceso de aceleración, cuanto mayor sea la aceleración pretendida o cuanto mayor sea la masa del vehículo, mayor tendrá que ser la fuerza de tracción en rueda.

Las fuerzas de resistencia dependen de la velocidad del vehículo. La figura adjunta muestra para un camión de 40 toneladas la evolución de las potencias de resistencia por rodadura y aerodinámica así como la evolución de la potencia cuando se sube o se baja una pendiente. Las zonas de potencia negativa indican que la pendiente “empuja” al vehículo sin necesidad de fuerza de tracción.

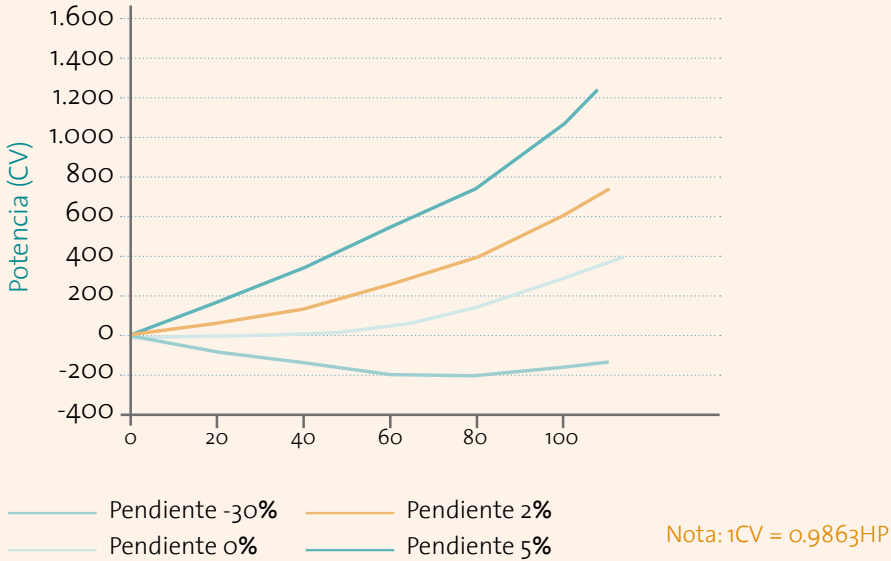
Potencias necesarias para el avance de un camión de 40t en llano a una determinada velocidad



— TOTAL
— Aerodinámica
— Rodadura

Nota: 1CV = 0.9863HP

Potencia necesaria en un camión de 40t para mantener una velocidad en función de la pendiente



3.4 El consumo de energía en un vehículo

El consumo en km/litros de un vehículo, se puede obtener de la siguiente forma:

$$C = 0,09 \times Ce \frac{P}{V}$$

Siendo:
 C = Consumo km/litros
 Ce = Consumo específico g/KwH
 P = Potencia HP
 V = Velocidad Km/hr

Atendiendo a esta fórmula, se podrían dar los siguientes casos:

Para una misma potencia y consumo específico del motor, el consumo disminuye con el aumento de la velocidad.

Para una misma velocidad y consumo específico del motor, el consumo disminuye con la disminución de la potencia.

A igualdad de potencia y velocidad, el consumo disminuye con la disminución del consumo específico; ésta es la forma de aprovechar bien el motor, utilizándolo en la zona de menores consumos específicos.

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

- Acelerar para salir desde condición estacionado
- Acelerar para aumentar la velocidad ya en movimiento
- Mantener una velocidad constante baja en llano
- Mantener una velocidad constante alta en llano
- Subir una pendiente de mayor o menor intensidad
- Bajar una pendiente de mayor o menor intensidad
- Vehículo detenido con motor en marcha

Cada situación exige una velocidad diferente y una determinada fuerza de tracción en las ruedas motrices que se traduce en una potencia diferente solicitada al motor. La fuerza de tracción debe vencer las resistencias a la rodadura, aerodinámica, aceleración y pendiente que cada situación determine. Conociendo aproximadamente las curvas equiconsumo del motor, para la entrega de una determinada potencia, se podrá saber en qué rangos de revoluciones y grados de carga del pedal acelerador, el motor consume menos.

Las zonas de menores consumos específicos de un motor son las que los fabricantes indican con el color verde en el cuentarrevoluciones. Los mínimos consumos se corresponden con regímenes de motor de la zona inferior de par máximo o algo menores en motores modernos. Este régimen, varía según la cilindrada de los motores entre las 1.000 y 1.500 r/min.



Por tanto, en cada situación del tráfico, la potencia resistente debe ser proporcionada por el motor, seleccionando entre las posibles condiciones de su funcionamiento (definidas por la relación de marchas seleccionada, la posición del pedal acelerador y el régimen de giro del motor), la que permita obtener un menor consumo de combustible, siempre sin salirse de la zona de par máximo.

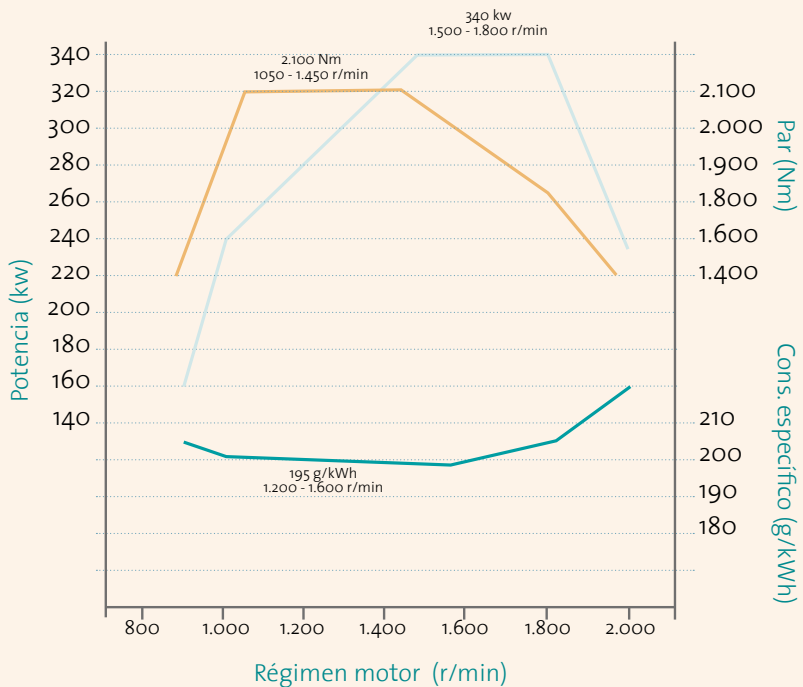
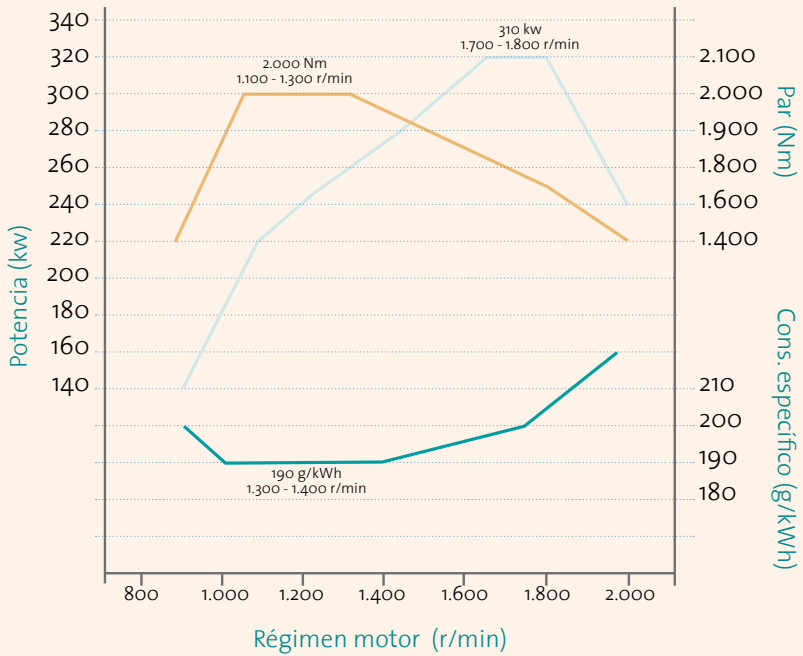
No se debe circular con el motor funcionando por debajo de la zona de par máximo, es decir, por debajo de la zona verde del cuentarrevoluciones, ya que los vehículos suelen presentar una brusca caída de par al entrar en esta zona, lo que podría dar lugar a problemas por falta de respuesta ante distintas situaciones del tráfico.

En las gráficas que se muestran a continuación, se superponen las 3 curvas características de un motor funcionando a plena carga (par máximo, potencia máxima y consumo específico) de 2 motores modernos de vehículos pesados. Estas curvas, dadas por el fabricante, son indicativas de las características de funcionamiento de los respectivos motores.

En ellas se observa cómo la zona de mínimos consumos específicos se extiende desde la zona de par máximo hasta regímenes más altos del motor, llegando a entrar en los inicios del régimen de potencia máxima en el caso de la segunda gráfica.

El consumo total del vehículo, como ya se ha visto, es el producto del consumo específico por la potencia proporcionada por el motor. Los menores consumos, por tanto, se obtendrán combinando estas dos variables, de forma que se mantengan sus valores lo más bajo posible. Pero, como se ve en las gráficas, ambas están relacionadas, y por tanto, se intentará llegar a la combinación de las mismas que proporcione el mínimo consumo.

Ejemplo de curvas características de 2 motores de camión:



Por lo tanto, el mínimo consumo se obtendrá manteniendo el motor en la zona de mínimos consumos específicos (habitualmente la zona verde del cuentarrevoluciones) y con bajas demandas de potencia. Es decir, minimizando el régimen sin salirse de la zona verde del cuentarrevoluciones.

3.5 Parámetros externos al vehículo: influencia en el consumo

Existen otras variables externas al vehículo e independientes del estilo de conducción, que afectan al consumo de combustible del vehículo:

El tipo de carretera o la orografía del terreno por el que se realiza un viaje, pueden influir de manera notable en el consumo de combustible del vehículo.

Los factores meteorológicos también afectan al consumo de combustible, tanto por su implicación directa como por la modificación que exigen al conductor de su actitud ante la situación que presenta la carretera. El viento a favor lógicamente reduce el consumo y el viento en contra lo aumenta. Temperaturas atmosféricas muy bajas aumentan el consumo por su influencia en la resistencia aerodinámica (la densidad del aire aumenta al bajar la temperatura), así como por la mayor resistencia a la rodadura y por un cierto incremento de la fricción en los componentes de la transmisión, al estar más fríos.

Una bajada de temperatura atmosférica de unos 10 °C aumenta el consumo en torno a un 4%.

3.6 La caja de cambios y su influencia en la tracción y el consumo de combustible

Ya se ha visto cómo el vehículo obtiene del motor la potencia necesaria para moverse, a través de un par y de una velocidad de giro a la salida del embrague. Pero esta potencia no es directamente utilizable en la rueda, dado que el par suministrado por los motores es demasiado bajo y la velocidad de giro demasiado alta.

Por ello, los vehículos están dotados de una serie de elementos, que constituyen el sistema de transmisión, para adaptar la potencia saliente del motor a unas condiciones que sirvan para utilizarla para propulsar el vehículo.

Sistema de propulsión y transmisión del vehículo



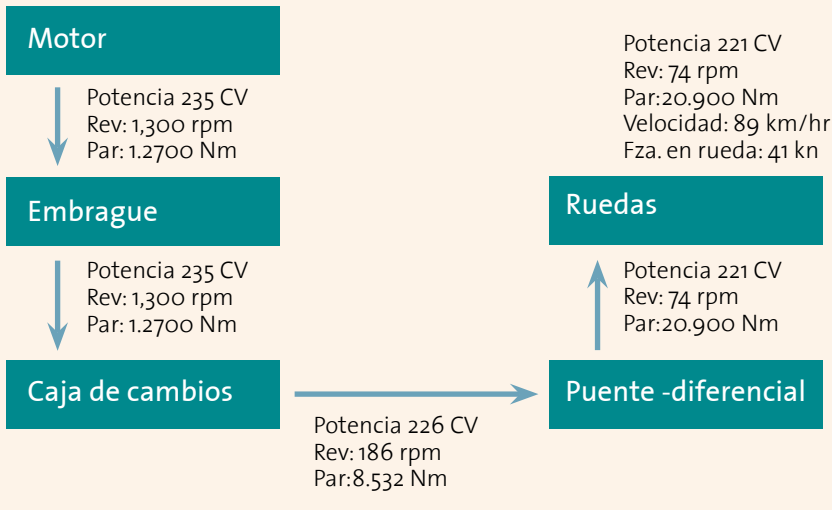
Los elementos que componen esta cadena de transmisión son el embrague, la caja de cambios, el árbol de transmisión y el puente o diferencial. En ellos se realizan funciones distintas, a saber:

a. Embrague: sirve para desacoplar el giro del motor y el giro de las ruedas, de tal manera que se separa físicamente el eje que proviene del motor con el eje que entra en la caja de cambios. Esto permite mantener girando el motor con el vehículo detenido y, en el inicio del movimiento del vehículo, que el motor esté funcionando a una velocidad distinta a la entrada de la caja de cambios. Si esto no fuera así, no sería posible iniciar el movimiento del vehículo, ni hacer cambios de marcha sin que el vehículo diera tirones.

b. Caja de cambios: es el elemento fundamental del sistema de transmisión, ya que permite seleccionar la relación entre el régimen de giro del motor y el que llega a las ruedas. La potencia se transmite, apenas con pérdidas, del eje de entrada de la caja de cambios al eje de salida. Mediante la caja de cambios, se selecciona cómo aplicar esa potencia hacia la rueda, es decir qué combinación de par (fuerza en el eje) y velocidad de giro se quiere transmitir a la rueda. Para una potencia dada del motor, cada una de las marchas de la caja de cambios proporcionará diferente par y velocidad de giro en las ruedas.

Una marcha corta hace que el eje de salida de la caja gire más despacio, por lo que su par será mayor que el de una marcha larga, en la que el régimen del eje de salida será mayor, pero a costa de un par menor.

Transmisión de la potencia desde el motor a las ruedas



Normalmente la caja trasmite la potencia y aumenta el par en la misma proporción que reduce el régimen. Así, cuanto más fuerza de tracción se quiera en las ruedas, menos velocidad habrá de tenerse en las mismas, y viceversa.

En la arrancada, o en una subida, se necesita mucha fuerza de tracción (par) en las ruedas, lo cual será a costa de una baja velocidad de giro de las mismas. Esto es lo que ocurre cuando se selecciona una de las marchas cortas del vehículo: se tiene mucha fuerza en las ruedas, con lo que se puede arrancar, remontar pendientes pronunciadas o acelerar, pero a cambio, el vehículo circula a velocidad lenta. Por el contrario, si no se necesita mucha fuerza en las ruedas del vehículo, pero se trata de mantener una velocidad de crucero alta, se ha de seleccionar una marcha larga. De esta manera, se tiene alta velocidad de avance del vehículo, pero disponiendo de menor fuerza en las ruedas.

En definitiva, la caja de cambios es el mecanismo del que dispone el vehículo para seleccionar cómo se desea que llegue la potencia producida por el motor a las ruedas. Si se desea mucha fuerza se utilizan marchas cortas, y si se quiere velocidad, se utilizarán marchas largas.

c. Árbol de transmisión: es un eje cardán que se encarga de llevar la potencia saliente de la caja de cambios hacia el diferencial, para aplicarla a las ruedas.

d. Diferencial: es el mecanismo que, a partir de la potencia que le entra desde el árbol de transmisión, hace girar uno o más ejes, encargados de llevar el giro a las ruedas. Normalmente introduce también una cierta reducción de régimen de giro entre el árbol de transmisión y las ruedas para permitir mayor régimen de giro a la salida de la caja de cambios y con ello reducir el tamaño de la misma.

Se deberá tener en cuenta que, cada vez que se realiza un cambio de marchas, se tiene, además de un pequeño, pero acumulable desgaste de la caja de cambios y del embrague, un consumo de combustible durante la operación, por lo que se debe ejecutar esta maniobra siempre y cuando sea necesario, evitando los cambios de marcha superfluos. Además, estos cambios provocan una pérdida en la velocidad del vehículo, que se tendrá que recuperar posteriormente acelerando tras la realización del cambio.

3.7 La inercia de un vehículo en movimiento

Un vehículo en su circulación, lleva asociada una energía que depende del valor de su masa y de su velocidad. El producto de ambas magnitudes es lo que se llama “cantidad de movimiento” o más comúnmente inercia. Por tanto, los camiones y autobuses cuando van cargados tienen mayor inercia para una misma velocidad que si van descargados.

Una vez puesto el vehículo en movimiento, la tendencia natural del mismo es a seguir avanzando y sólo la actuación de las resistencias al avance o la actuación de alguno de los frenos pueden reducir el valor de la inercia.

Por lo tanto, las variaciones de la inercia de un vehículo pueden ocurrir por dos causas:

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

La inercia que arrastra un vehículo en su desplazamiento genera una energía aprovechable de la siguiente forma: si se levanta el pie del pedal acelerador y se deja rodar el vehículo con la marcha engranada, se circulará sin consumir combustible, es decir, con consumo nulo. Por tanto, se ha de utilizar esta técnica siempre que se pueda, evitando las frenadas y acelerones innecesarios que hacen perder las inercias adquiridas.

4. La actitud del conductor

La conducción verde y eficiente está basada en una serie de pautas de comportamiento que conforman una actitud positiva determinada en la conducción del vehículo. Las técnicas de la conducción eficiente van indisolublemente ligadas a esta actitud positiva ante la conducción, hasta el punto de que, sin la aplicación de estas pautas de comportamiento, no se podrán ejecutar las mismas de forma adecuada y precisa.

4.1 Mentalidad y responsabilidad

La conducción de un vehículo pesado comporta una elevada carga de responsabilidad, por tanto, se requiere una actitud resuelta, decidida, y basada en una serie de directrices a considerar:

- Prever las situaciones peligrosas y anticipar a tiempo las acciones a ejecutar, para evitar verse involucrado en maniobras comprometidas.
- Conocer las alternativas disponibles para solucionar una maniobra, y tener la capacidad para discernir cuál de ellas es la más adecuada.
- Evitar comportamientos arriesgados que pudieran generar situaciones de riesgo para los usuarios de la vía.

Se ha de evitar la práctica de una conducción agresiva, basada en continuas aceleraciones y frenazos bruscos. Con la práctica de una conducción verde y tranquila se logran eliminar consumos innecesarios de combustible.

4.2 Antes de iniciar viaje

Antes de subir a la cabina del vehículo, se procederá a realizar un examen visual sobre algunos elementos del vehículo, para comprobar su correcto estado.

Aunque depende del modelo de vehículo, en líneas generales, una correcta revisión previa debería contemplar al menos los siguientes aspectos:

Niveles de líquidos: aceite de motor, agua de refrigeración y líquido de servodirección.

Sistema de frenos: presión de aire de frenos y purgado del agua de condensación.

Instrumentación de ayuda a la conducción: limpieza y colocación de los retrovisores, verificación del funcionamiento del alumbrado y de las luces de advertencia.

Montaje del vehículo: sujeciones de alerones, enganches y acoplamientos, y los toldos que recubren la carga, en su caso.

Neumáticos: presiones, desgastes, objetos incrustados, estado general y fijaciones. No olvidar también la revisión del estado de las ruedas de repuesto

La preparación con anterioridad del itinerario a seguir, permitirá ahorrar kilómetros recorridos innecesariamente y, por lo tanto, combustible. Esta planificación de los itinerarios, unida a una adecuada programación de la ruta, es decir, horas de paso y cargas o descargas a efectuar en los distintos puntos, permitirá en muchas ocasiones, evitar atochamientos que demorarían el ritmo medio del viaje, y aumentarían el consumo de combustible.

4.3 Prevenir y anticipar

Con el fin de poder anticiparse a los acontecimientos que presenta la circulación vial en cada momento, es necesario controlar el entorno del vehículo, para lo cual se utilizará:

Un amplio campo visual de la vía y de la circulación: se deberá ejercer un control visual de los vehículos que circulen a nuestro alrededor. La altura del vehículo de transporte ofrece un amplio campo visual, que favorece esta práctica. De esta forma se podrá controlar lo que acontece varios vehículos por delante del nuestro.

El rodaje por inercia: ante cualquier incidencia que se prevea en la vía o ante cualquier desaceleración que se vaya a realizar, se utilizará la

técnica del rodaje por inercia con la marcha engranada. De esta forma, además de aminorar el consumo de combustible, se favorece la previsión y la anticipación ante a cualquier maniobra a realizar.

La distancia de seguridad: se debe guardar una razonable distancia de seguridad con el vehículo precedente, que permita al conductor responder de forma adecuada a las circunstancias del tráfico y de la vía. De esta forma, se conservará un mayor margen de actuación en la conducción, sin que ésta quede condicionada por las aceleraciones y frenadas del vehículo precedente.

Con circulación densa, además de guardar la distancia de seguridad, se intentará acelerar y frenar siempre algo menos que el vehículo precedente, para evitar el tráfico pegado con el vehículo que le antecede, que no permite maniobras y obliga a frenazos bruscos.

Ante un vehículo que circula unos cuantos vehículos por delante, y que comienza a frenar, se levantará el pie del acelerador, dejando rodar el vehículo por su propia inercia.

Así se ahorrará combustible al haber rodado sin consumo, y además se podrá frenar de una manera menos severa o, incluso evitar la frenada si finalmente no fuera necesaria.

A través de las actuaciones mencionadas que favorecen el control del entorno del vehículo, se podrán anticipar las propias acciones de los conductores circundantes y anticipar las acciones a llevar a cabo.

5. Control y Conducción del Vehículo

5.1 Control de los neumáticos

Una presión excesivamente baja de los neumáticos redonda en una mayor resistencia a la rodadura, un peor comportamiento en curvas, y un aumento de su temperatura de trabajo por lo que, además de aumentar el consumo, aumentan las posibilidades de un reventón, o desprendimiento de la banda de rodamiento en caso de neumáticos recauchados.

Además, la presión excesivamente baja respecto a la recomendada por el fabricante, provoca desgastes anormales y no uniformes sobre las partes laterales de la banda de rodamiento. En montajes de ruedas gemelas, podría ocurrir, debido a una presión anormalmente reducida, que la deformación de la parte del neumático que apoya en cada instante en el suelo fuese tan abultada que tocase con el neumático gemelo, dando esto lugar a fenómenos de rozamiento que aumentan notablemente la temperatura de trabajo, produciendo un desgaste anormal en los flancos del neumático.

Se recomienda el control de la presión de todos y cada uno de los neumáticos:

Diariamente: de manera visual

Cada pocos días o cada 5.000 km: midiendo su presión

Una reducción de la presión de un neumático de 29 libras (psi), aumenta el consumo un 2% y reduce su vida útil en torno a un 15%.

Por otro lado, una presión excesivamente alta en los neumáticos produce, además de rebotes innecesarios en la suspensión, desgastes a saltos del mismo, principalmente concentrados en la zona central de la banda de rodadura, lo que incrementa el consumo y produce un desgaste prematuro del neumático.

5.2 Control del motor

La realización de una mantención adecuada al motor del vehículo tiene una gran repercusión en su consumo de combustible. Se deben revisar:

El filtro de aceite: Su mal estado puede aumentar el consumo del vehículo hasta un 0,5%, además de tener influencia en la adecuada lubricación del motor. Un mal estado de este elemento, incrementa el riesgo de sufrir graves daños en el motor.

El filtro del aire: Su mal estado, habitualmente por un exceso de suciedad, provoca mayores pérdidas de carga de las deseables en el circuito de admisión, lo que hace aumentar también el consumo hasta un 1,5%.

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

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

5.3 Sistemas de ayuda a la reducción del consumo

5.3.1 El freno motor al escape y/o a las válvulas de culata

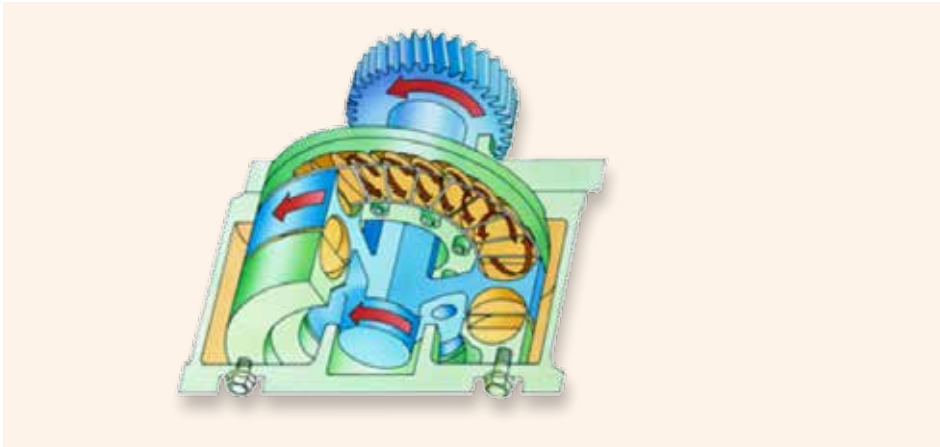
Como ya se ha visto anteriormente, cuando no se pisa el pedal acelerador y se circula con una marcha engranada, el motor no consume combustible y sus propias pérdidas mecánicas actúan como freno. Por tanto, siempre que se pueda, se usará en las desaceleraciones este sistema, para lo cual sólo es necesario levantar el pie del acelerador, sin pisar el embrague.

Sin embargo, para retenciones mayores, muchos camiones están dotados de un sistema adicional, accionable por el conductor, que una vez cortada la entrada de combustible al motor, cierra parcialmente el conducto de escape con una válvula y realiza modificaciones en la distribución, consiguiendo hacer funcionar al motor como un compresor, al provocar una oposición al giro del mismo y haciendo frenar al vehículo.

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

5.3.2 Retardadores hidráulicos

Estos mecanismos tienen una función y utilización aproximadamente igual a la del freno motor, ya que se usan principalmente para aliviar de cargas ligeras y continuas a los frenos de servicio. Su fundamento técnico está basado en conectar a la transmisión un mecanismo que genera, por rozamiento, una serie de pérdidas. Dependiendo del sistema concreto, se puede tratar de retardadores hidráulicos, en los que el rozamiento se genera a través de la oposición que crea el movimiento de un fluido viscoso, contrario al del movimiento de giro de los ejes.



Los antiguos retardadores electromagnéticos prácticamente ya no se usan, debido a su elevado peso y generación de temperatura. Sin embargo, los retardadores hidráulicos, denominados comercialmente “retarder”, cada día son más utilizados debido a su alto rendimiento y peso reducido.

De la misma manera que el freno motor, este sistema de freno de retardo se usa mayoritariamente en descensos y desaceleraciones, contribuyendo a minimizar el desgaste de balatas del freno de servicio y a evitar sobrecalentamientos excesivos por su uso prolongado. Su utilización sin necesidad, sin embargo, puede aumentar el consumo de combustible por el menor aprovechamiento de la inercia del vehículo.

5.4 La carga del vehículo

El peso total de un vehículo incluyendo la carga que transporta, influye directamente en el consumo. La potencia requerida al motor aumenta con el peso del vehículo por su influencia en la resistencia a la rodadura.

Se estibar la carga de manera que se garantice su completa inmovilidad ante aceleraciones, frenazos y pasos por curvas, de manera que la seguridad del vehículo en su tránsito no se vea comprometida.

La manera de cargar el vehículo tiene una influencia importante sobre el adecuado consumo de combustible. Se debe distribuir la carga de manera que el peso sobre cada eje sea el que permite la ley y que en los ejes dobles o triples sea aproximadamente el mismo, para cada eje, y que el contorno exterior del camión sea lo más uniforme posible, de tal forma que se reduzcan al mínimo las pérdidas de potencia debidas a la resistencia aerodinámica.

5.5 Arranque del motor e inicio del movimiento del vehículo

Antes de arrancar el motor del vehículo, se colocará el disco de papel del tacógrafo, o se pasará la tarjeta del conductor, en el caso de que el tacógrafo sea digital.

Para arrancar el motor del vehículo, se girará la llave y se encenderá el motor sin pisar el pedal acelerador.

La moderna electrónica del vehículo regula las condiciones de encendido y el caudal de combustible necesario para tal fin. El hecho de pisar en el momento del arranque del motor el pedal acelerador, repercute únicamente en un mayor consumo de combustible y en un desajuste de la electrónica que regula el encendido.

No se deben, además, realizar aceleraciones en vacío. El pedal acelerador se deberá utilizar sólo con las marchas engranadas y con el vehículo en movimiento.

Para el inicio del movimiento del vehículo, se debe dar tiempo para que se lubrique adecuadamente el turbo y para que haya suficiente

presión de aire en los estanques. Por tanto, se puede aprovechar esos instantes para colocar el disco de papel del tacógrafo. En un tiempo de un minuto aproximadamente, se puede haber realizado esta operación y se iniciará la marcha del vehículo sin más demora.

A este efecto, conviene recordar que se deben evitar en la medida de lo posible los períodos de funcionamiento del motor a ralentí, ya que generan un inútil consumo de combustible y contaminan el ambiente en forma notoria.

El motor funciona en frío, es decir, sin alcanzar su temperatura normal de funcionamiento, durante unos 4-5 minutos en circulación o durante unos 20-25 minutos a ralentí.

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

La actuación correcta será iniciar la marcha lo antes posible, conduciendo de manera especialmente suave hasta que el motor estabilice su temperatura en la de funcionamiento normal. De esta manera, se consigue un calentamiento del motor más rápido y uniforme, y además se elimina el consumo inútil de combustible.

Uso del pedal acelerador en el inicio de movimiento del vehículo:

Para iniciar el movimiento de un vehículo con el motor ya caliente, a la salida de un semáforo después de llevar un rato circulando, o después de una detención en un puesto de pago de peaje, etc., se utilizarán cargas parciales de acelerador y regímenes de revoluciones relativamente bajos, dentro de la zona verde del cuentarrevoluciones, como se explicó anteriormente.

Si se requieren aceleraciones fuertes, como por ejemplo, en una incorporación a una vía más rápida, se usarán cargas mayores de acelerador y regímenes de revoluciones más elevados, intentando llegar lo antes posible a la velocidad de cruce, y a situar las RPM del motor en la parte inferior de la zona verde, o de consumo económico.

Se iniciará el movimiento del vehículo, con una relación de marchas acorde a cada situación y que no fuerce el funcionamiento del embrague de forma innecesaria. Cuando el vehículo vaya en movimiento el pie izquierdo no debe estar apoyado en el pedal de embrague, salvo cuando se cambie de marcha. Una vez pasada la marcha el pie debe ser retirado, en forma suave, del pedal del embrague y apoyarlo en el piso de la cabina.

Con fuertes pendientes ascendentes, se pondrá en movimiento el vehículo siempre en 1ª corta o larga, según el vehículo y las condiciones de la vía.

Una vez engranada la relación de marchas para el inicio del movimiento del vehículo y siguiendo los consejos expuestos, se levantará, siempre que sea posible, el pie del pedal del embrague completamente, antes de proceder a pisar el pedal acelerador.

5.6 Selección de la marcha en la caja de cambio

Los cambios de marcha se llevarán a cabo en función de las condiciones de carga del vehículo, de la circulación, de la pendiente de la vía y del propio motor del vehículo.

En condiciones favorables, la consigna a seguir para los cambios de marcha, es la de realizarlos de tal forma que tras la realización del cambio, las revoluciones que indica el cuentarrevoluciones sean las correspondientes al inicio de la zona verde. Para tal fin, se ejecutará el cambio en el entorno del final de la zona de par máximo, que se suele corresponder con el intervalo medio- alto de la zona verde del cuentarrevoluciones.

Así pues:

En condiciones favorables, se puede cambiar a la siguiente media marcha (motores de grandes cilindradas, de 10-16 litros), aproximadamente a las 1.400 r/min.

Mientras que los cambios de marchas enteras se realizarán en torno a:

1.600 r/min en motores de 8-9 litros.

Entre las 1.700-1.900 r/min en los de menores cilindradas.

En situaciones más comprometidas (por ejemplo, en la incorporación a una autopista), el cambio de marchas se realizará a mayores revoluciones, en un rango cercano al intervalo de revoluciones de potencia máxima.

En situaciones favorables de circulación, pueden realizarse “saltos de marchas” en la progresión creciente de las mismas, sin tener que seguir el orden consecutivo de cambio. La ventaja de esta práctica es que se llegará con mayor prontitud a las marchas largas, que son en las que finalmente se va a circular, permitiendo menores consumos de combustible. Con esta práctica, además se logra la reducción del número de cambios de marcha con la consiguiente mejora en el mantenimiento del vehículo.

En este caso, la realización de los cambios de marchas se llevará a cabo a más altas revoluciones que en los cambios sencillos, concretamente en el entorno del intervalo de revoluciones de potencia máxima, acelerando de forma ágil y progresiva hasta prácticamente el final del recorrido del pedal acelerador tras la realización del cambio. El motivo de esta práctica es el de que, si normalmente un cambio de marchas en un proceso de aceleración supone una caída de revoluciones, el salto de una marcha supone una caída sustancialmente mayor de las mismas, por lo que, si se quiere permanecer en régimen de par máximo, habrá que subir las revoluciones en mayor medida antes de la realización del cambio.

En un vehículo con caja de cambios de 8 relaciones de marchas, luego de salir siempre en 1ª, se podrá cambiar a 2ª después a 4ª y luego de 4ª a 6ª y de 6ª a 7ª, para cambiar finalmente a 8ª.

En un vehículo con caja de cambios de 12 relaciones de marchas, luego de iniciar el movimiento, siempre en 1ª, se podrá cambiar a 2ª corta luego a 4ª corta, luego a 5ª larga para pasar después a 6ª larga.

En todo caso, los saltos de marchas se realizarán de forma que no se caiga nunca por debajo de la zona verde del cuentarrevoluciones. Una caída de unas 500-600 r/min, propia de cajas de cambios de 8 relaciones de marchas, es aceptable; pero en el caso de un salto de marchas, esta caída será mucho mayor.

No se debe realizar el doble embrague porque, además de doblarse el número de intervenciones del embrague, con el consiguiente deterioro

de los sistemas del vehículo implicados en los cambios, supone una pérdida doble de tiempo en la realización de los cambios de marchas, lo que conlleva una considerable mayor pérdida de la velocidad del vehículo. Las cajas de cambio modernas no necesitan de esta práctica.

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

Conviene acelerar ligeramente el motor en el momento de desembragar, para igualar las revoluciones en el embrague y evitar, por tanto, la retención producida por el motor, lo que restaría velocidad.

Inmediatamente tras la realización del cambio, se pisará el acelerador de forma ágil para continuar el proceso de aceleración del vehículo.

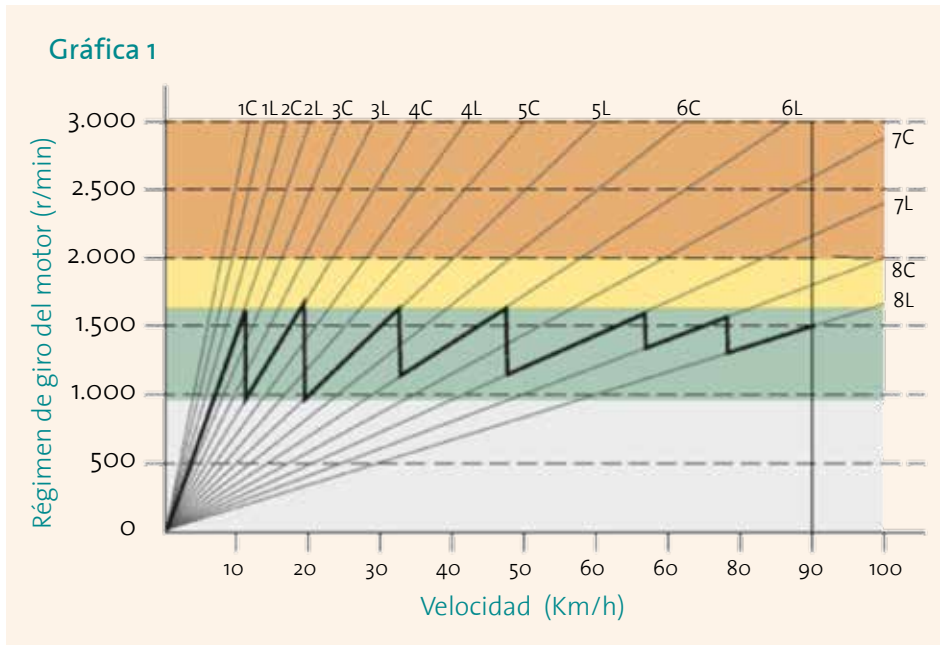
En las gráficas mostradas, se comparan 2 estilos muy distintos de conducción, para el caso de salida desde detenido en caliente (en frío sería mejor no realizar saltos de marchas, ya que se forzaría al motor a unas prestaciones más exigentes durante un período de funcionamiento de peor eficiencia), y progresión de marchas hasta circular a una velocidad crucero de 90 km/h, o la máxima que permita la ley.

Ejemplo de progresión creciente de marchas:

Gráfica 1: Una vez iniciado el movimiento del vehículo, saliendo siempre en 1ª, los cambios se realizan prácticamente al final de la zona verde del cuentarrevoluciones, lo que se corresponde aproximadamente con el inicio de la zona de revoluciones de potencia máxima de este motor. Esto se debe a la realización de los saltos de marchas que se llevan a cabo: de 2ª corta a 4ª corta, luego a 5ª larga, para pasar a 6ª larga y luego a 7ª larga. A partir de ahí se cambiarían medias marchas para ganar velocidad hasta llegar a la 8ª larga a 90 km/h, o la máxima que permita la ley.

Se observa que, en los cambios de marchas enteras, las revoluciones caen en torno a 300 r/min en cada cambio, mientras que en los de marcha y media ronda la caída las 600 r/min. En situación favorable, los cambios de medias marchas -al final de la progresión- se realizan a más bajas revoluciones, concretamente entre las 1.400 y 1.500 r/min, lo que correspondería aproximadamente a la zona alta de par máximo del motor.

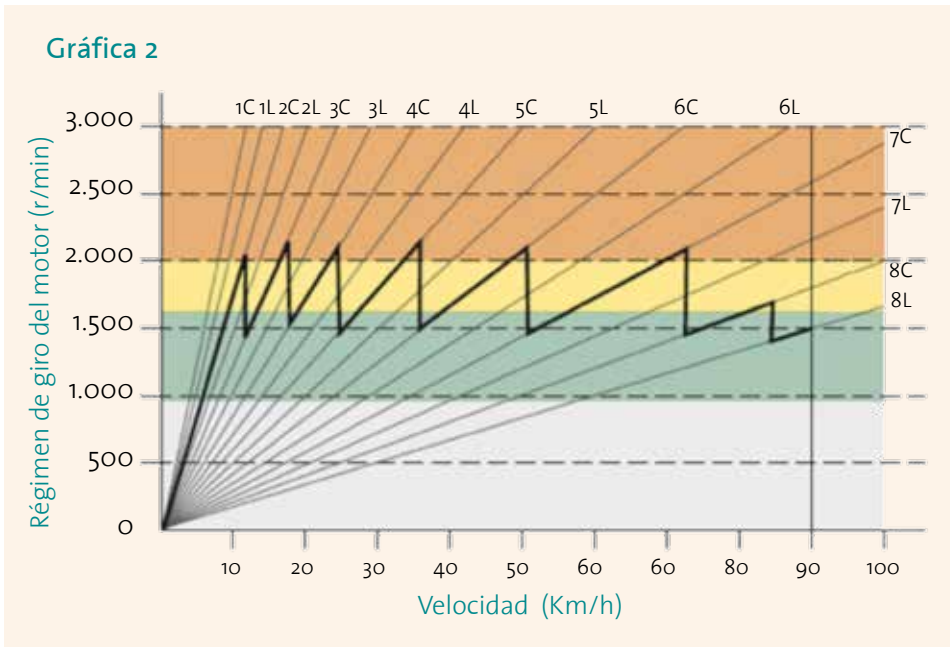
Se puede apreciar también que, durante el proceso de aceleración, el régimen medio de revoluciones ronda las 1.300 r/min, que corresponderían en este vehículo a la mitad aproximada de la zona verde del cuentarrevoluciones, en donde se logran bajos consumos de combustible.



Gráfica 2: Los cambios de marchas se realizan en la zona roja del cuentarrevoluciones, es decir, a más de 2.000 r/min, revolucionándose por tanto el motor más de lo necesario y con ello, sometiendo al motor a condiciones más exigentes de funcionamiento, dando lugar a un mayor gasto de combustible que en el primer ejemplo.

Como se puede observar, el régimen medio de circulación se sitúa en torno a la mitad de la zona amarilla del cuentarrevoluciones (a unas 1.800 r/min).

También se puede ver que el segundo conductor ha realizado un mayor número de cambios de marchas y por tanto, ha aumentado el desgaste de la caja de cambios y el embrague.



5.7 Circulación en una determinada marcha

Como se ha mostrado en anteriores apartados, la circulación del vehículo en una determinada marcha se desarrollará en la parte baja o inicial de la zona verde del cuentarrevoluciones. Esta zona se corresponderá a su vez aproximadamente con el inicio del intervalo de revoluciones de par máximo.

En situación favorable de circulación, esta condición se alcanzará con carga o posición del pedal acelerador en torno a las 3/4 partes de su recorrido. La posición de plena carga por tanto, se empleará solamente en condiciones especiales de mayor exigencia al motor (saltos de marchas, incorporaciones a autopistas, fuertes subidas, etc).

Otro factor relevante en la realización de una conducción eficiente es el aprovechamiento de las inercias del vehículo. La puesta en movimiento, siempre en 1ª, de un vehículo pesado, debido al gran tonelaje que desplaza da lugar a un elevado consumo, pero supone por otro lado una generación de energía que puede ser aprovechada.

Para tal fin, se evitará la realización de frenadas y acelerones innecesarios, ya que dan lugar a pérdidas de energía en las frenadas, e incrementos de consumo en las consiguientes aceleraciones realizadas para recuperar la velocidad de circulación.

Se recomienda mantener una velocidad media estable, eliminando en la medida de lo posible los picos y valles de velocidad que aumentan el consumo, pero no van a suponer el llegar antes al destino final.

Por otra parte, puede darse que un camión con su motor y otros componentes mecánicos y electrónicos en buen estado lleguen a obtener rendimientos como los que se muestran en el cuadro siguiente. Por ello es muy importante tener presente el ambiente de trabajo y seguir los patrones de mantención recomendados por cada fabricante. Conviene hacer notar que el consumo del vehículo aumenta con la velocidad y que se podrán dar circunstancias durante el trayecto, en las que se pueda moderar la misma. La siguiente tabla muestra un ejemplo del aumento del consumo de un vehículo de 40t, a distintas velocidades de circulación y la mayor emisión de contaminante CO₂ que se produce:

Comparativo emisiones v/s velocidad

Velocidad Km/h	Rendimiento Km/l	Emisiones co ₂			
		KlCO ₂ /Km	KlCO ₂ /KmMes (10,000Km/mes)	KlCO ₂ /KmAño (120,000Km/año)	KlCO ₂ /KmAñoParque (200,000 Veh. Diesel)
80	3,00	0,8999	8.998	107.984	21.596.800.000
85	2,83	0,9539	9.538	114.471	22.894.134.276
90	2,70	0,9999	9.998	119.982	23.996.444.444
95	2,52	1,0713	10.712	128.552	25.710.476.190
100	2,30	1,1737	11.737	140.849	28.169.739.130

Fuente: Pruebas propias del Proyecto Innova-Corfo 11IDL2-10609 Optimización On line de la Huella de Carbono en Transporte Carga

Cálculo considerando:

Camión de PBV 40 toneladas

Recorrido mes por camión: 10.000 kilómetros

Recorrido anual por camión: 120.000 kilómetros

Tasa de utilización: 75%

Parque total vehículos diesel sobre 3.5 ton. carga útil: 200.000 unidades

Tipo de geografía y camino: Autopista diseño llano

En este sentido, el programador de velocidad (Cruise control), tiende a facilitar la labor de la conducción al automatizar el control del acelerador, pero con el inconveniente de incidir en un mayor consumo de combustible, al anular la componente de previsión y anticipación del conductor.

El cruise control corrige las pequeñas variaciones de velocidad que se puedan dar, pero ante variaciones bruscas respecto a la velocidad de referencia fijada, tiende a recuperar la misma de forma rápida, a través de un proceso de aceleración de elevado consumo de combustible.

El “limitador de velocidad” es otro dispositivo de control de velocidad muy empleado que tiene dos funciones:

- Cruise control.
- Autolimitador: impide exceder una velocidad prefijada, cortando la inyección del combustible.

En el límite de velocidad establecido, ya sea por el tempomat, o por el limitador obligatorio de velocidad del vehículo, se circulará con el acelerador pisado a las 3/4 partes de su recorrido, de forma que el vehículo mantenga perfectamente estable la velocidad seleccionada, evitando así el derroche de combustible que significarían las oscilaciones alrededor de la velocidad deseada.

Las gráficas mostradas, revelan las curvas características de 2 motores modernos. Se recomendaría para cada una de ellas los siguientes regímenes de circulación:

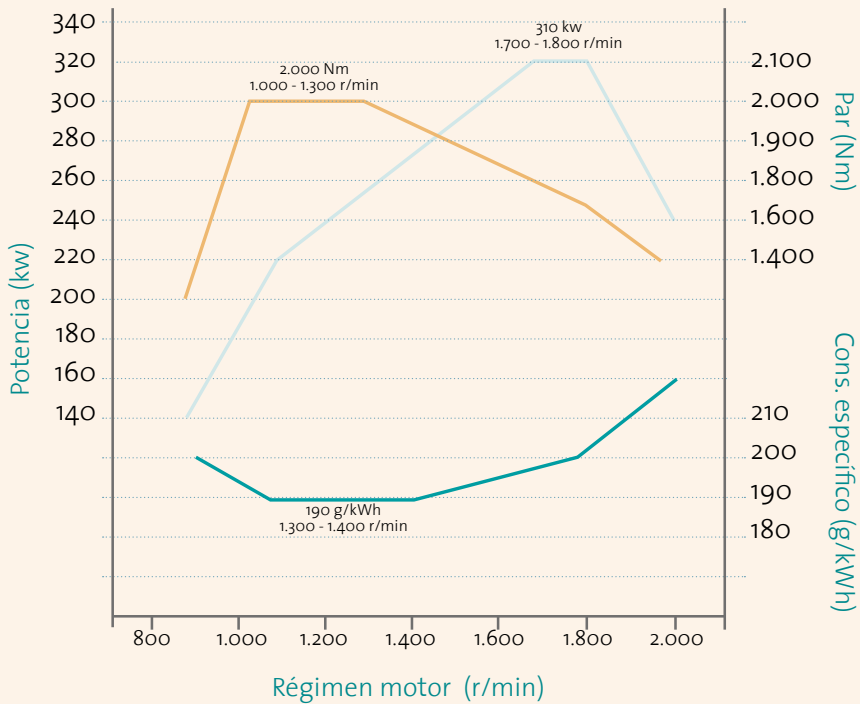
Ejemplo:

Gráfica 1: Circulando entre 1.100 r/min y 1.500 r/min, se obtienen los menores consumos, en un abanico de potencias de 220 a 280HP, más que suficientes para mantener un vehículo de 40t rodando a 90km/h en terreno llano. Recordando que, en estas condiciones, un vehículo de estas características necesita que el motor proporcione 150HP para mantener su velocidad, se mantendrá el motor al mínimo régimen posible sin caer por debajo de las 1.100 r/min, por lo tanto, usando la marcha más larga que deje el motor en el entorno de este régimen.

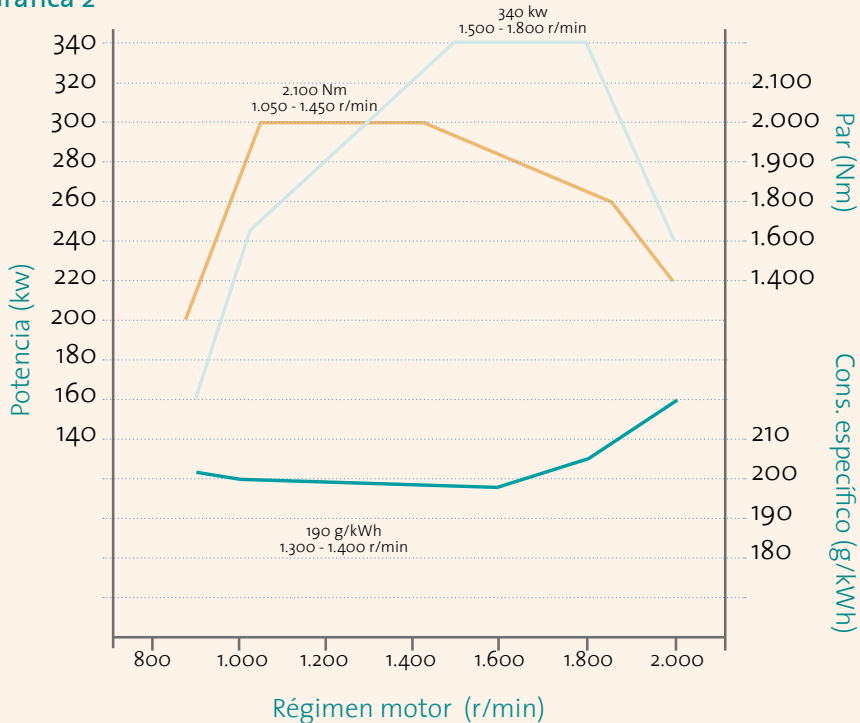
Gráfica 2: Circulando entre 1.100 r/min y 1.600 r/min, se obtienen los menores consumos, en un abanico de potencias de 260 a 340HP, más que suficientes para mantener un vehículo de 40t rodando a 90km/h en terreno llano. De la misma forma que en el caso anterior, se mantendrá el motor al mínimo régimen posible sin caer por debajo de las 1.100 r/min, por lo tanto, usando la marcha más larga que deje el motor en el entorno de este régimen.

Ejemplo de curvas características de 2 motores de camión

Gráfica 1



Gráfica 2



Como consecuencia de ambos ejemplos, se puede concluir que el menor consumo del vehículo se obtendrá manteniendo el motor en los regímenes más bajos de consumo específico mínimo, y se hará frente a las diferentes solicitudes de potencia mediante variaciones en la carga del mismo cambiando la posición del pedal de acelerador, es decir:

Ante aumentos de demanda de potencia, se pisará más el acelerador antes de reducir de marcha (y subir por tanto el régimen de revoluciones), en tanto el régimen del motor no baje del régimen de mínimo consumo específico.

Ante bajadas de la demanda de potencia, se aliviará la presión del acelerador, cambiando de marcha en cuanto se prevea que el engrane de la siguiente marcha no dejará el motor por debajo del régimen mínimo de revoluciones en el que el consumo específico es el más bajo posible, y que en ambos ejemplos está situado en los alrededores de las 1.100 r/min.

Conduciendo con el limitador de velocidad, se seleccionará la marcha que sitúe el motor en el régimen de revoluciones anteriormente recomendado (en los ejemplos, a unas 1.100 r/min), con el acelerador presionado a las 3/4 partes de su recorrido, dejando que la centralita electrónica regule la carga por sí misma de manera que se minimice el consumo.

5.8 Frenadas y desaceleraciones

En las desaceleraciones, se recomienda mantener el motor girando sin pisar el acelerador y con la relación de marchas en la que se circula engranada. De esta manera y por encima de un número mínimo de revoluciones cercano al de ralentí, el consumo de combustible del motor es nulo, es decir, no se consume combustible. Además, en estas circunstancias se produce un efecto de retención del propio motor de gran utilidad para la realización de las desaceleraciones.

Es recomendable la utilización en las desaceleraciones, o ante cualquier imprevisto que presente la vía, el rodaje por inercia del vehículo con la marcha engranada, así como del freno motor y los retardadores del vehículo durante el mayor tiempo que sea posible, antes de pasar a actuar sobre el freno de servicio.

En este sentido, hay que hacer notar que, a mayor relación de marchas engranada, la distancia para poder rodar por inercia aumentará, al presentar el motor menor resistencia al avance del vehículo y, por tanto, aprovecharse mejor las inercias. Por tanto, si el régimen lo permite, se progresará a marchas más largas para dejar rodar el vehículo por su propia inercia.

Se evitará la práctica de rodar en las desaceleraciones a ralentí y caja en punto muerto, lo que conlleva un consumo de combustible, además de una peligrosidad implícita.

En los camiones, el freno motor complementará al rodaje por inercia cuando sea necesario, ya sea para bajar o para desacelerar ante cualquier eventualidad, cuando se prevea un cruce, un disco pare, etc. Su funcionamiento es más efectivo a altas revoluciones.

Al realizar frenadas suaves, se evitará la práctica de pisar el pedal del embrague del vehículo, ya que entra en modo ralentí lo cual conduce a un consumo innecesario de combustible, requerido para mantener el motor en funcionamiento.

Situaciones que son habituales, como la acción de frenar ante vehículo más lento que nos preceda, pueden ser evitadas con una adecuada atención y previsión de los sucesos que rodean al vehículo que estamos conduciendo. De esta manera, cuanto antes se detecte que va a ser necesario reducir la velocidad, más eficientemente se podrá solventar la situación.

Como pauta general, se levantará el pie del acelerador, dejando que el vehículo reduzca la velocidad por sí solo, y haciendo uso de los retardadores y del freno de servicio, sólo si es necesario. Es muy común que la situación se aclare antes de llegar a frenar y pueda recuperarse nuevamente la velocidad de circulación.

5.9 Paradas prolongadas. Detención del vehículo

Se debe parar el motor del vehículo ante detenciones cuya duración se prevea superior a los 2 minutos, salvo en vehículos que dependan del continuo funcionamiento de su motor para el correcto uso de sus servicios auxiliares.

En autobuses no será posible realizar esta práctica, ya que los sistemas de confort que incorpora el vehículo para los pasajeros hacen uso del mismo (mantenimiento de una correcta temperatura, así como de una ventilación adecuada).

Es contraproducente y le resta vida útil al motor usando la práctica de dejar el motor funcionando a ralentí durante un cierto tiempo, consumiendo combustible y contaminando de forma innecesaria.

Esta práctica es errónea y se fundamenta en que permite la bajada de revoluciones del turbocompresor, para lo cual, únicamente son necesarios unos pocos segundos, siendo suficientes para tal efecto los empleados en el estacionamiento del vehículo.

Finalmente, se recuerda que es una mala práctica la realización de aceleraciones en ralentí al terminar la marcha, con el objeto equivocado de lograr un mejor funcionamiento del vehículo. Estas aceleraciones, lo que realmente originan es daño al motor y dan lugar a un consumo innecesario de combustible y emisión sin asunto de contaminantes.

6. Respuesta ante diferentes situaciones de tránsito

A continuación se proponen una serie de acciones a llevar a cabo por el conductor, ante situaciones concretas que se presentan en el tránsito o tráfico vial:

6.1 Ingreso a la circulación

En situaciones favorables del tráfico vial, para realizar la incorporación a la vía, se utilizará el acelerador a las 3/4 partes de su recorrido, realizando los cambios de marcha en la zona más alta del rango verde del cuenta revoluciones o del par máximo.

Se pueden presentar también otras circunstancias en la vía que demanden una mayor utilización de la potencia del motor para realizar la incorporación del vehículo a ella; como pueden ser los tramos en subida o de circulación más densa, en cuyo caso se revolucionará el motor en mayor medida, con cargas más elevadas del pedal acelerador, realizando los cambios en revoluciones del entorno de la zona de potencia máxima.

6.2 Semáforos y detenciones previsibles

En las desaceleraciones previas a una detención, se evitarán los frenazos si se conduce con previsión y anticipación. Cuanto más suaves sean, menos energía se estará desperdiciando, y por tanto, más combustible se ahorrará.

Ante una detención en un semáforo, se utilizará nuevamente la técnica del rodaje por inercia con la marcha engranada, desembragando el motor de la caja de cambios en el último momento. Si desapareciese la causa de la detención, por ejemplo al cambiar el semáforo a verde, se seleccionará la marcha adecuada a la velocidad de ese instante y se comenzará a acelerar de nuevo.

Se utilizarán también, en la medida de lo posible el freno motor o los retardadores y, en caso de ser necesario, el freno de servicio.

Con el aprovechamiento de las inercias, se intentará evitar las detenciones previsibles en la medida de lo posible, ya que dan lugar posteriormente al empleo de marchas cortas para las arrancadas posteriores, en las cuales se producen pérdidas de tiempo y mayor consumo al reiniciar el movimiento del vehículo de gran tonelaje en cada una de las detenciones realizadas.

6.3 Curvas y giros

Para el correcto trazado de una curva, se ha de tener en cuenta con la suficiente previsión su curvatura, anchura del carril, tipo de pavimento, peraltes y demás características del entorno. El conductor, analizando estas características, decidirá a qué velocidad entrará en la misma, evitando aceleraciones o frenazos repentinos por falta de previsión y anticipación de su trazado.

Se evitará la práctica común de frenar inmediatamente antes de enfrentar una curva, para reducir de marchas y acelerar durante su trazado. Con este mal hábito, además de perderse la inercia de circulación del vehículo, se aumentará el estrés del conductor y la peligrosidad en la circulación.

Se debe preparar la curva mucho antes de iniciarla, utilizando el rodaje por inercia con la marcha engranada y de manera que las disminuciones de velocidad previas a la misma sean, siempre que sea posible, reducciones de marchas en vez de utilizaciones del freno de servicio.

Siempre que sea posible, se entrará a una curva con una velocidad adecuada a su trazado y sin usar el freno de servicio, sino solamente con la retención del motor. Durante su trazado, se mantendrá una velocidad uniforme con el pie en posición estable sobre el pedal acelerador, para luego volver a acelerar de forma progresiva a la salida de la misma.

6.4 Otras situaciones del tráfico

Para otras posibles situaciones que presente la ruta, se recomienda prever y estudiar las condiciones del entorno, de manera que se puedan anticipar las acciones a realizar, adecuando la velocidad del vehículo a las circunstancias de la vía, trazado, climatología, etc., de una manera tranquila, y evitando frenazos o aceleraciones bruscas.

Al atravesar una intersección, si se ha actuado con suficiente previsión, será fácil variar la velocidad de la manera necesaria para no comprometer la seguridad, y con la suficiente antelación para reducir o aumentar la marcha de manera suave.

Es mejor levantar el pie del acelerador un poco antes y dejar que el vehículo pierda velocidad poco a poco.

En las incorporaciones a la vía, lo más importante es llegar al tramo de incorporación con el vehículo a una velocidad lo más cercana posible a la del tráfico que presente la vía. La aceleración en un tramo de incorporación sigue el mismo método que el expuesto anteriormente en los apartados de inicio de marcha y de selección de las distintas relaciones de marcha.

En las salidas, se comenzará a reducir la velocidad durante la incorporación al carril de desaceleración, descargando el pedal del acelerador y dejando que el vehículo pierda velocidad, sin pisar el embrague. Posteriormente, si es necesario, se usarán el freno motor o los retardadores y el freno de servicio para llegar a la salida del carril a la velocidad adecuada.

En las rotondas, se adecuará la velocidad del vehículo al trazado y al tráfico que presenten las mismas, utilizando nuevamente el rodaje por inercia con la marcha engranada, evitando, siempre que sea posible, la detención del vehículo a la entrada de la rotonda.

En la aproximación a la entrada de la rotonda, es necesario también prever las trayectorias que se encuentran realizando los vehículos en la misma y que pudieran interferir con la de nuestro vehículo (por ejemplo, para buscar un espacio de entrada en la rotonda, si los vehículos entran con fuerza y rectos en su trayectoria, es porque seguramente van a salir de la misma sin completarla). La incorrecta previsión de estas circunstancias, representará seguramente una nueva detención con el consiguiente mayor consumo de combustible que genera la posterior arrancada, además del riesgo que comporta la realización de una maniobra brusca en un vehículo pesado para la seguridad de los demás vehículos.

6.5 Pendientes ascendentes y descendentes

En las pendientes ascendentes, se actuará de la siguiente forma:

Si se estima que el vehículo puede continuar transitando a la misma velocidad, únicamente pisando más el acelerador, no se cambiará de marcha y se aumentará la carga sobre el acelerador. Si las revoluciones no bajan, o bajan muy despacio, sin salir de la zona verde del cuentarrevoluciones, se mantendrá la situación hasta que termine la pendiente, momento en el que se reducirá la carga ligeramente, hasta recuperar la velocidad anterior.

Si no se puede mantener la velocidad y el régimen de revoluciones desciende notablemente, de manera que sale de la zona verde por su parte inferior, se reducirá media marcha, o incluso una entera si la caída de revoluciones es notoria, repitiendo las reducciones de marcha hasta que se llegue a un régimen de velocidad constante, en la parte alta de la zona verde del cuentarrevoluciones.

Si la velocidad fuese demasiado reducida, podría usarse el motor en la zona de potencia máxima, para mantener una velocidad adecuada a la vía, pero conllevando un alto consumo de combustible.

Cuando el vehículo culmina una subida en la que se ha tenido que reducir de marchas, e inicia posteriormente una pendiente descendente, se aprovechará la bajada para volver de nuevo a la velocidad de cruce, dejando que el vehículo se acelere ayudado por la pendiente. Los cambios de marchas se realizarán de manera que la aguja del cuentarrevoluciones se sitúe en la parte inferior de la zona verde del cuentarrevoluciones.

En descensos pronunciados, se utilizará el retarder y/o el freno motor lo más posible, aumentando el régimen de giro del motor realizando las reducciones de marchas oportunas para que el vehículo no se acelere. A mayor régimen de giro del motor y menor relación de cambio, se obtendrá una mayor retención del mismo. En estas ocasiones, no hay problema en subir de vueltas el motor, aunque sin llegar a entrar en la zona roja (cuyo inicio se encuentra en torno a las 2.400 r/min), para no ocasionar daños en el mismo.

Ejemplo de subida de pendiente:

Vehículo:

Camión de 420 HP

Caja de cambio de 16 relaciones de marchas.

Curvas características:

Zona de par máximo: entre las 1.100 y 1.400 r/min

Zona de potencia máxima: entre las 1.500 y 1.800 r/min

Zona de mínimo consumo específico: entre las 1.300 y 1.400 r/min (189 g/kWh)

Subida de pendiente:

En una subida con un camión de estas características, se actuará de la siguiente forma:

Si, ya subiendo, se mantiene el número de revoluciones estable dentro de la zona de par máximo, no se cambiará de marcha.

Si, con pendiente moderada, cae lentamente el número de revoluciones, se aumentará la carga sobre el pedal acelerador en la medida de lo necesario. Si continúan cayendo, se reducirá 1/2 marcha en torno a las 1.200 r/min, es decir, sin llegar a apurar hasta el límite de la zona de par máximo, para que, tras el cambio, el motor adquiera suficientes revoluciones para continuar circulando dentro de la zona de par máximo.

Si, con pendiente más fuerte, cae más rápidamente el número de revoluciones, se reducirá una marcha entera en torno al límite inferior de la zona de par, es decir, a unas 1.150 revoluciones.

Si se produce o se prevé un cambio brusco de pendiente, se reducirá con salto de marchas (bajar 2 marchas enteras de una misma vez).

Llegando a la cima de la pendiente, si el vehículo se mantiene en torno al límite inferior de la zona de par máximo -en este caso unas 1.100 vueltas-, se proseguirá en esta misma relación de marchas evitando la realización del cambio. Al llegar a la cima, ayudará el hecho de que, durante la llegada a la cima se suaviza gradualmente la pendiente.

Si, estando cerca de la cima, continúan cayendo las revoluciones, significa que no se ha llegado a la zona de la cima aún y que es necesaria la

realización de un último cambio de marchas, pudiendo reducirse normalmente media marcha o una entera, según la pendiente y la cercanía de la cima.

Por otro lado, se debe evitar la costumbre de, ante una pendiente de subida, anticipar las reducciones de marchas para subir la misma de forma más revolucionada, ya que se incurrirá en un mayor gasto de combustible. Además, al subir de una u otra manera, la posible diferencia en el tiempo de llegada a la cima es despreciable en comparación con el tiempo empleado en el recorrido del trayecto del vehículo hasta su punto de destino.

En subidas muy suaves, la progresión de marchas se realizará en zona de potencia máxima, con saltos de marchas enteras (en el entorno de las 1.700 r/min).

6.6 Adelantamientos y situaciones especiales

En adelantamientos y situaciones especiales, se debe prescindir, si es necesario, de los consejos de este manual para ahorrar combustible, dado que la seguridad prevalece sobre la economía.

Ante un adelantamiento, se debe minimizar el tiempo invertido en la maniobra, extrayendo del motor del vehículo sus máximas prestaciones posibles. Para lograr este objetivo se manejará la caja de cambios de manera que siempre se sitúe al motor alrededor de la zona de régimen de potencia máxima del motor, es decir, se cambiará a una marcha superior un poco por encima del régimen de potencia máxima, o se descenderá a una marcha inferior cuando se esté un poco por debajo del citado régimen.

Se procurará asimismo, calcular el adelantamiento con suficiente antelación, de manera que al cambiar de carril, la velocidad sea ya relativamente mayor que la del vehículo adelantado y teniendo en cuenta la limitación impuesta por el limitador de velocidad del vehículo. Para ello, es fundamental guardar una holgada distancia con el vehículo precedente, y comenzar a acelerar antes de cambiar de carril, aprovechando el espacio guardado.

Esta distancia guardada con el vehículo precedente permite además, si se falla en el intento, utilizar la misma para desistir de la maniobra.

6.7 Conducción urbana. Tránsito congestionado

Cuando las circunstancias obliguen a circular con camiones o autobuses en zonas urbanas o de fuerte congestión de tráfico, con continuos inicios de movimiento y sucesivas detenciones, se tendrán presentes las siguientes recomendaciones:

- Utilizar las marchas cortas muy poco tiempo, cambiando rápidamente a marchas medias o largas, saltándose incluso alguna marcha intermedia.
- Mantener el vehículo moviéndose por inercia en cuanto se detecte que va ser necesaria una detención o reducción de velocidad inminente.
- Conducir anticipándose a los hechos para prever los espacios y movimientos del tráfico.
- Utilizar el rodaje por inercia en la marcha más larga que permita el tráfico vial y, en caso de ser necesario, frenar suavemente evitando continuas reducciones de marcha y detenciones.
- Prever y anticipar en la realización de las aceleraciones y de las frenadas, buscando un mayor aprovechamiento de las inercias y una mayor regularidad de la velocidad.

6.8 Conducción de autobuses

La conducción eficiente de autobuses no difiere demasiado de la de los vehículos camiones destinados a transporte de carga. En líneas generales, las técnicas de conducción para los camiones son también aplicables a los autobuses, pero con ciertas particularidades que se detallan a continuación:

Los autobuses de larga distancia modernos tienen relaciones potencia / peso normalmente superiores a las de los camiones, lo que les confiere un comportamiento en la conducción diferente, con mayores capacidades de aceleración y velocidad. La regularidad en la velocidad y el aprovechamiento de la inercia en la conducción son igualmente aplicables a estos vehículos.

Teniendo en cuenta que la carga transportada en este caso son pasajeros, la suavidad en las actuaciones del conductor, la sensación de seguridad y la regularidad de velocidad, tienen mayor importancia que en los camiones, por lo que la conducción eficiente se convierte en los autobuses, además, en una conducción más confortable para los pasajeros.

Los autobuses urbanos están obligados a realizar continuos arranques y detenciones, circulando muy poco tiempo a una velocidad uniforme. Gran parte de los mismos disponen de caja de cambios automática, al proporcionar ésta una mayor comodidad al conductor en su trabajo, por tener menos variables que controlar. Sin embargo, una aplicación correcta, y basada en la experiencia, de las reglas descritas en los apartados anteriores, hace que la conducción pueda mejorar en eficiencia y confort para los pasajeros.

No acelerar más de lo necesario para llegar a la siguiente parada y levantar el pie del pedal acelerador en cuanto prevea que ya no es necesario aumentar más la velocidad; anticiparse a las actuaciones de otros vehículos y mantener una velocidad uniforme cuando las circunstancias lo permitan, puede reducir el consumo.

En vehículos dotados de convertidor de par, caja automática, las aceleraciones se realizarán de la siguiente manera:

- Saliendo desde detenido, siempre en 1ª, se presionará levemente el acelerador hasta que se note el convertidor funcionando de manera que haya una buena transmisión de potencia. Posteriormente se acelerará en mayor medida, según las necesidades de la circulación y la caja de cambios realizará los cambios oportunos.
- En caso de que se pretenda la opción de anticipar los cambios de marcha, se puede obligar a la caja de cambios a engranar una marcha superior rebajando la presión sobre el pedal acelerador.
- Es importante que, si se llega a pisar a fondo, se haga de forma progresiva y evitando hacer presión sobre el final de su recorrido, para no accionar el 'kick-down', sensor de baja, el cual reduciría de marchas sin llegar a ser necesario.

7. Ejemplos prácticos

EJEMPLO 1 (Camión):

MOTOR DE 460 HP:

Zona de par máximo: 1.050 y 1.450 r/min

Zona de potencia máxima: entre las 1.500 y 1.800 r/min Zona de mínimo

consumo específico: entre las 1.200 y 1.600 r/min (190 g/kWh), entre 60% y 100% de carga.

CAJA DE CAMBIOS:

Manual, 12 velocidades, 3 relaciones en 2 gamas, partidas.

ITINERARIO:

- Salida de área industrial.
- Recorrido por autopista.
- Llegada a descarga a muelle en el puerto.

El vehículo está cargado, siendo su peso en orden de marcha de 36t.

PROCESO:

- Arranque del motor e inicio del movimiento del vehículo en frío.
- Arranque del motor, y colocación del disco de papel en el tacógrafo.
- Tras un minuto, hay presión suficiente en los acumuladores de aire. Se quita el freno de estacionamiento, se engrana la 1ªL y se inicia el recorrido.
- Se avanza unos 4 ó 5 metros y se frena para comprobar el sistema de frenos.

Progresión de marchas

- Se vuelve a salir de nuevo, siempre en 1ª, para progresar a 3ªL, 4ªC, 4ªL, 5ªC y 5ªL, en la que se circulará a unos 50 km/h aproximadamente, hasta salir a la auto pista. Se recorrerán todas estas marchas porque el motor aún está frío, y así se evitará que suban las revoluciones, para protegerlo de posibles desgastes prematuros. Por tanto, se realizarán los cambios a unas 1.500 r/min, con el acelerador al 70% de carga.

Circulación

- En las rotondas, se realizará el acercamiento a las mismas previendo el tráfico de forma anticipada y procurando entrar en 4ªC, o si es muy amplia, en 4ªL.
- Siempre que sea posible, se evitará la detención del vehículo en la entrada de la rotonda, a través de la utilización del rodaje por inercia, del freno motor y, en caso de ser necesario, de la reducción de marchas para llegar a la velocidad adecuada (si está congestionada, se entrará a menor velocidad).
- Posteriormente, con el motor ya caliente, se realizará la incorporación a la autopista desde 4ªC, pasando a 5ªC, 6ªC (cambios a 1.600 - 1.700 r/min) y posteriormente, a 6ªL (cambio a 1.500 r/min), con el pedal acelerador pisado a un 90% de su recorrido.
- Se mantendrán 90km/h, con el acelerador pisado a las 3/4 partes de su recorrido y dejando actuar al limitador, que corta la inyección para no sobrepasar esta velocidad.
- Se evitará tocar el freno de servicio o el freno motor en la medida de lo posible, anticipando siempre el alivio de presión sobre el acelerador
- Al salir de la autopista, se dejará de presionar el acelerador unos 250 metros antes del desvío, y llegaremos al muelle de carga usando marchas enteras, es decir, tratando de evitar las intermedias (ya sean las cortas o las largas, según el caso).

Inicio y progresión de marchas en caliente

- En caso de detención, y posterior reanudación de la marcha, siempre en 1ª, se progresará según la siguiente secuencia: 3ªC, 4ªC, 5ªC, 6ªC y 6ªL. En caso de que se presenten algunas condiciones adversas, se pueden intercalar entre ellas la 5ªL y, en su caso, la 4ªL.
- En inicios del movimiento del vehículo con condiciones exigentes, como por ejemplo en pendientes ascendentes, se usarán la 1ªC y 1ªL, así como para maniobras a muy baja velocidad, o condiciones de muy baja adherencia, en las cuales se embragará el motor a la caja de cambios sin tocar el acelerador.

EJEMPLO 2 (Camión):

MOTOR DE 420 HP:

Zona de par máximo: 1.100 y 1.300 r/min

Zona de potencia máxima: entre las 1.600 y 1.800 r/min

Zona de mínimo consumo específico: entre las 1.300 y 1.400 r/min (189 g/kWh), entre 70% y 90% de carga al acelerador.

CAJA DE CAMBIOS:

Manual, 16 velocidades, 4 relaciones en 2 gamas, partidas.

ITINERARIO:

- Salida de área industrial.
- Recorrido por carretera nacional de orografía variada, con valles y montañas.
- Llegada a descarga a muelle en el puerto.

El vehículo está cargado, siendo su peso total de 38t.

PROCESO:

- Arranque del motor e inicio del movimiento del vehículo en frío.
- Arranque del motor, y colocación del disco de papel en el tacógrafo.
- Tras un minuto, se tendrá presión suficiente en los estanques neumáticos. Se quita el freno de estacionamiento, se engrana la 1ªL y se inicia la marcha.
- Se recorren unos 4 ó 5 metros y se frena para comprobar el sistema de frenos.

Progresión de marchas

- Se sale de nuevo, en 1ªL, realizando cambios a 1.600 r/min, pasando por 3ªL, 5ªC y 6ªL, con un 60% de carga aproximadamente, mientras se circula por el área industrial.

Circulación

- En caso de haber rotondas, previendo con anticipación la posibilidad de incorporación y el tráfico existente, se procurará tomarlas en 5ªC, 5ªL o 6ªC, dependiendo de su amplitud.

- En todos los casos, se llegará a las rotondas e intersecciones con el vehículo a velocidad suficientemente reducida como para poder prever la situación del tráfico, y entrar en las mismas con una leve aceleración, evitando en lo posible detener completamente el vehículo.
- Una vez en la carretera, se realizarán los cambios de marchas enteras, a unas 1.650 r/min, con una carga aproximada en el acelerador del 90%.
- Al llegar a la velocidad de crucero, se activará el limitador de velocidad (tempomat) a 80 km/h, en 8ªL, y se mantendrá el acelerador con una carga constante a las 3/4 partes del recorrido del pedal acelerador.

Subidas

- En el momento de afrontar pendientes, se mantendrá el acelerador a fondo, y se observará la velocidad a la que cae el régimen de giro del motor:
 - Si cae deprisa, se esperará a llegar a unas 1.150 r/min y entonces se reducirá una marcha entera.
 - Si caen despacio, se llegará hasta las 1.100 r/min y se reducirá media marcha.

Bajadas

Se repetirá el proceso hasta mantener una velocidad estable.

Progresión de marchas

- Continuando por carretera, a la hora de afrontar una pendiente descendente, se levantará el pie del acelerador lo antes posible, y se hará uso del freno retarder y/o freno motor el mayor tiempo posible. En caso de que el vehículo sobrepase la velocidad de 80 km/h se acompañará con el freno de servicio.

Inicio y progresión de marchas en caliente

- En caso de detención, y posterior reanudación de la marcha, se iniciará el movimiento del vehículo, en 1ªL, para progresar de marchas según la siguiente secuencia: 3ªL, 4ªL, 5ªL, 6ªL, 7ªL y 8ªL. En caso de condiciones adversas (pendiente ascendente o mala carretera), se podrán intercalar entre ellas las marchas cortas que se estimen oportunas.

EJEMPLO 3 (Autobús):

MOTOR DE 380 HP:

Zona de par máximo: 1.100 y 1.400 r/min

Zona de potencia máxima: entre las 1.500 y 1.800 r/min

Zona de mínimo consumo específico: entre las 1.200 y 1.600 r/min (190 g/kWh), entre 60% y 100% de carga.

CAJA DE CAMBIOS:

Manual, 8 velocidades, 4 relaciones en 2 gamas.

ITINERARIO:

- Recorrido en circuito urbano.
- Recorrido por autopista.
- Recorrido en circuito urbano.

El vehículo realiza la mayor parte del recorrido con 15 toneladas de carga.

PROCESO:

- Arranque del motor e inicio del movimiento del vehículo
- Arranque del motor, y colocación del disco de papel en el tacógrafo.
- Tras un minuto, hay presión suficiente en los estanques neumáticos. Se quita el freno de estacionamiento, se engrana la 1ª relación de marchas y se pone el vehículo en movimiento.
- Se recorren unos 4 ó 5 metros y se frena para comprobar el sistema de frenos.

Progresión de marchas

Se sale en 1ª, y luego pasa a la 2ª relación de marchas, realizando cambios a 1.700 r/min, pasando por 4ª y 6ª, posteriormente cambiando a 1.600 r/min, 7ª y 8ª, con aproximadamente un 75% de carga en el acelerador.

Circulación

- Las rotondas, se tomarán en 4ª o 5ª, dependiendo de su amplitud.
- Se evitarán en lo posible las detenciones, pero en su caso, se repetirá el procedimiento, saliendo en 1ª, y luego la secuencia de marchas correspondientes.

- Se anticiparán las frenadas, evitando hacer uso del freno de servicio. Ante la aparición de cualquier obstáculo en la distancia, la primera reacción será la de levantar el pie del acelerador y dejar al vehículo avanzar por su propia inercia, y haciendo uso del freno retarder y, posteriormente, del freno de servicio, cuando sea necesaria una mayor intensidad de frenada.

Subidas

- En el caso de fuertes pendientes ascendentes, se esperará a que el motor caiga hasta 1.200 r/min para reducir a marchas más cortas.
- Una técnica muy apropiada es la de la realización de un mínimo número de cambios, que en este caso se traduciría en:

Dejar caer en gran medida las revoluciones del motor para efectuar sólo un cambio de marchas, por ejemplo, de 8ª a 6ª en lugar de realizar de 8ª a 7ª y luego a 6ª, con lo que se consigue una menor pérdida de velocidad, ya que el empuje solamente se interrumpe una vez (en una subida de por ejemplo un 7%, la pérdida de velocidad en cada cambio para un camión de unas 40 toneladas sería del orden de un 28%, suponiendo la realización del cambio en un tiempo de 2 segundos). Luego con esto se consigue, además de una reducción en el empleo de la caja de cambios y embrague, una mayor velocidad media en la subida.

8. Metodología de la formación práctica

La formación en las técnicas de la conducción verde trata, no sólo de transmitir a los conductores las técnicas y actitudes para una conducción más eficiente, sino también de demostrar las ventajas y reducciones de consumo y de emisiones de CO₂ que se pueden alcanzar a través de la utilización de estas técnicas. Para tal fin, la realización de pruebas comparativas de consumos de combustible resulta de gran importancia. La demostración práctica de que, efectivamente, se reduce el consumo de combustible es casi imprescindible para el éxito del curso a medio y largo plazo.

Es también relevante, transmitir a los conductores participantes en los cursos, que la conducción verde es un nuevo estilo de conducción, estructurado sobre la base de las nuevas tecnologías que incorporan los vehículos modernos y que viene a complementar su estilo propio personal de conducción, adaptándolo a estas modernas tecnologías.

El curso, en función del número de alumnos, se puede realizar en un sólo día en jornada de mañana y tarde. Un posible programa sugerido para el mismo, es el siguiente:

1. Prueba de conducción real en un recorrido preseleccionado, sin que el conductor reciba ninguna instrucción previa.
2. Clase teórica en aula para transmitir y justificar los conceptos y técnicas fundamentales de la conducción eficiente.
3. Recorrido de demostración realizado por el instructor mostrando las técnicas y situaciones más importantes. Esta etapa es opcional, aunque resulta de gran efectividad pedagógica para la transmisión al alumno de la correcta utilización práctica de las técnicas, y por tanto, se recomienda firmemente su realización.
4. Prueba de conducción real en el mismo recorrido preseleccionado, procurando que el conductor aplique las técnicas que se le han enseñado.
5. Reunión final para puesta en común de experiencias y análisis de los datos obtenidos.

8.1 Selección del recorrido y procedimientos de control de consumo

Se procurará escoger una ruta de tamaño medio, aproximadamente unos 30 ó 40 km. A ser posible la ruta será variada y completa, conteniendo la mayor parte de los elementos característicos de la circulación de un vehículo pesado, en los que se puedan aplicar las distintas técnicas de la conducción eficiente:

- Intersecciones
- Rotondas
- Semáforos
- Vías de doble sentido
- Pendientes en subida y en bajada
- Autopistas (incluyendo tramos de incorporación y salida)
- Carreteras, etc.

Se ha de contar con un procedimiento adecuado para la medición y el control de los consumos de combustible durante las pruebas de conducción. Se proponen varios métodos para tal efecto:

- Computador a bordo: Si el vehículo está equipado con computador a bordo, se pueden utilizar sus registros para controlar el consumo instantáneo y promediado, así como las velocidades medias de circulación de cada recorrido. La visión por parte del conductor, del consumo instantáneo en los distintos momentos del recorrido, es muy útil para la demostración práctica del instructor (consumos nulos en las desaceleraciones en las que se aplica el rodaje por inercia; altos consumos en marchas cortas, etc.).
- Instalar un medidor de consumo para las experiencias formativas. Existen proveedores de accesorios para el automóvil que disponen de equipos sencillos y acoplables a cualquier vehículo, que muestran los consumos instantáneo y promediado, así como las distancias y velocidades medias en los recorridos, además de otros parámetros relevantes en la conducción. Estos equipos permiten además, guardar registros de consumos y velocidades para distintos conductores.

- Por llenado del tanque. Si el vehículo no dispone de computador a bordo y no es posible la instalación de un equipo específico de medición de consumo, se puede medir el consumo de combustible por el método que se describe a continuación:
 - Se llena el depósito hasta el cuello de la tapa del estanque, dejando reposar el combustible y volviendo a llenar, para dejar el nivel perfectamente al ras en alguna marca.
 - Se realiza la prueba de conducción en el recorrido propuesto.
 - Se vuelve a rellenar el depósito de la misma manera que anteriormente, anotando los litros de combustible suministrados correspondientes al combustible gastado.

8.2 Primera prueba de conducción

Se desarrollará una primera prueba de conducción, realizada por los conductores a su estilo propio de conducción. El monitor acompañará al conductor sentado en el asiento del acompañante. Éste intentará generar confianza en el conductor, comunicándole que el objetivo de la prueba práctica no es el de evaluar en forma alguna su estilo de conducción, sino el de hacerlo más eficiente, sostenible y seguro, a través de la puesta en práctica de las técnicas de la conducción verde.

El monitor durante el recorrido, irá apuntando las observaciones oportunas de la conducción del alumno, tanto las positivas como las negativas, cuya corrección o modificación pueda incidir en una mejora en la eficiencia de su conducción.

Finalmente, se registrarán los distintos datos de consumo medio, tiempo invertido en el desplazamiento, velocidad media, número de realización de cambios de marcha, etc., de relevancia para el análisis final de las pruebas de formación de cada conductor.

8.3 Clase teórica

El objetivo de esta clase, impartida en un aula de formación, es doble: por una parte concienciar al conductor de las necesidades y ventajas de reducir el consumo de combustible y evitar al máximo la emisión de contaminantes y por otra exponer y argumentar las técnicas aplicables para realizar una conducción eficiente y la actitud necesaria para ello. Se procurará acompañarlo de alguna proyección con colores atractivos y con figuras auto-explicativas.

Las partes en que puede dividirse la presentación son las siguientes:

- Energía, transporte y medio ambiente. Se mostrará el problema del consumo de energía en general y en el transporte en particular, así como la emisión de CO₂ y las emisiones contaminantes a nivel nacional y mundial. Se expondrán las posibles soluciones y la responsabilidad que tiene el conductor a tal efecto, mostrando las ventajas de aplicar una conducción verde.
- Fundamentos técnicos. Se realizará una breve introducción sobre el funcionamiento de los motores de combustión interna y los mecanismos de transmisión de potencia. Se definirán después, con claridad, los conceptos de potencia, par y consumo y se explicarán en detalle las curvas características de funcionamiento del motor. A continuación se tratarán las resistencias al avance del vehículo para, finalmente, establecer la relación entre el funcionamiento del motor y el comportamiento del vehículo en las distintas situaciones del tráfico y su relación con el consumo de combustible. La comprensión de los conceptos técnicos básicos es de gran importancia para la correcta aplicación práctica de las técnicas de conducción.
- Técnicas de conducción. Se expondrán a continuación las técnicas de la conducción verde y eficiente, utilizando ejemplos prácticos para las distintas situaciones del tráfico vial y realizando comparaciones de los hábitos incorrectos más usados, con los propuestos a través de las técnicas.
- Discusión final. Para finalizar, se ofrecerá a los asistentes que expongan en una conversación abierta a los participantes, sus inquietudes, respondiendo los casos particulares que puedan ellos mismos plantear.

8.4 Demostración práctica

Resulta de gran utilidad para el aprendizaje de las técnicas, que el monitor realice una demostración práctica en el vehículo y en tráfico real, aplicando las técnicas explicadas, mostrando los consumos en el medidor y haciendo hincapié en los períodos de consumo nulo, la anticipación, el manejo de la caja de cambios, etc.

La intención de esta explicación, no es la de demostrar la capacidad de ahorro de combustible del monitor, sino la de mostrar la forma eficiente y racional de afrontar las distintas situaciones que se presentan en el tráfico. En todo momento, se abrirá a los alumnos la posibilidad de que formulen sus dudas o comentarios sobre el porqué de determinadas acciones y de las técnicas de conducción. Aportará valor añadido, el hecho de que el formador entregue respuesta a las preguntas, siempre que sea posible, por medio de demostraciones prácticas.

8.5 Segunda prueba de conducción

La segunda prueba de conducción por parte de los conductores participantes en el curso, se realizará sobre el mismo recorrido de la primera. El formador podrá recomendar y sugerir a los conductores acciones a tomar durante el recorrido, haciendo hincapié en la anticipación, el manejo de las marchas, el manejo de los sistemas de frenada y del acelerador. Como es natural el conductor deberá sentirse en todo momento relajado, por lo que las intervenciones del monitor se realizarán en tono de asesoramiento, generando motivación y confianza al conductor.

8.6 Revisión resultados finales.

Análisis de los resultados

De vuelta al aula de formación, se presentarán los resultados comparados de consumo y velocidad media en la primera y segunda prueba de conducción de los conductores participantes en el curso.

Se argumentarán los resultados obtenidos, comentando las distintas incidencias y situaciones que se hayan presentado durante las rondas de conducción y la valoración de la respuesta dada por los conductores en la ejecución de las técnicas de la conducción eficiente.

9. Claves de la conducción verde

Los contenidos mostrados pueden resumirse en una serie de sencillas claves, que al aplicarlas dan como resultado un adecuado consumo de combustible, así como una menor emisiones al medio ambiente y una mejora en la seguridad de la conducción.

Se muestran a continuación:

1. CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR DEL VEHÍCULO:

Es de gran importancia el conocimiento por parte del conductor de los intervalos de revoluciones a los cuales el vehículo presenta el par máximo y la potencia máxima, así como de las curvas características propias del motor. En caso de no disponerse de esta información, conviene solicitarla al fabricante.

2. ARRANQUE DEL MOTOR:

Arrancar el motor sin pisar el acelerador. Colocar el disco de papel del tacógrafo e iniciar el movimiento del vehículo transcurrido un minuto (ya se tiene presión suficiente en los estanques acumuladores de aire).

3. INICIO DEL MOVIMIENTO DEL VEHÍCULO:

Se iniciará el movimiento del vehículo, siempre en 1ª, con una relación de marchas acorde a cada situación y que no fuerce el funcionamiento del embrague de forma innecesaria.

En fuertes pendientes ascendentes, se pondrá en movimiento el vehículo en 1ª corta o larga, según el vehículo y las condiciones de la vía.

4. REALIZACIÓN DE LOS CAMBIOS DE MARCHAS:

Realizar los cambios de marcha en la zona de par máximo de revoluciones del motor. Tras el cambio, el régimen del motor ha de quedar dentro de la zona de par máximo, es decir, dentro de la zona verde del cuentarrevoluciones.

En condiciones favorables, se cambiará aproximadamente:

Subiendo medias marchas, en torno a unas 1.400 r/min en motores grandes (de 12-16 litros).

Subiendo marchas enteras, a unas 1.600 revoluciones en motores de 8-10 litros y entre las 1.700 y 1.900 r/min en motores de menores cilindradas.

Realizar los cambios de forma rápida y acelerar tras la realización del cambio.

Nunca se realizará el doble embrague y menos acelerones entre cambios.

5. SALTOS DE MARCHAS:

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

6. SELECCIÓN DE LA MARCHA SEGÚN LA CIRCULACIÓN:

Procurar seleccionar la marcha que permita al motor funcionar en la parte baja del intervalo de revoluciones de par máximo. Esto se consigue circulando en las marchas más largas con el pedal acelerador pisado a las 3/4 partes de su recorrido. En cajas automáticas, se procurará que la caja sincronice la marcha más larga posible a través de la utilización del pedal acelerador. La circulación se desarrollará aproximadamente:

- En torno a unas 1.100-1.300 r/min en motores grandes (de 12-16 litros).
- Entre unas 1.300-1.700 r/min en motores de menores cilindradas.

7. VELOCIDAD UNIFORME DE CIRCULACIÓN:

Intentar mantener una velocidad estable en la circulación evitando los acelerones y frenazos innecesarios. Aprovechar las inercias del vehículo.

8. DESACELERACIONES:

Ante cualquier desaceleración u obstáculo que presente la vía, se levantará el pie del pedal acelerador, dejando rodar el vehículo por su propia inercia con la marcha en la que se circula engranada, o si es posible, en marchas más largas. En estas condiciones el consumo de combustible del vehículo es nulo (hasta regímenes muy bajos de revoluciones cercanos al de ralentí).

Utilizar más el freno retarder y/o de motor y evitar el uso innecesario del freno de servicio.

9. PARADAS Y ESTACIONAMIENTOS:

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

En las paradas, una vez realizado el estacionamiento del vehículo, ya se ha dado tiempo suficiente para que el turbo baje de revoluciones y se apagará el motor sin mayor demora.

10. PREVISIÓN Y ANTICIPACIÓN:

Prever las circunstancias del tráfico y, ante las mismas, anticipar las acciones a llevar a cabo. Dejar suficiente distancia de seguridad con el vehículo precedente acelerando un poco menos que éste, para luego tener que frenar también en menor medida. Controlar visualmente varios vehículos por delante del propio.

11. CIRCUNSTANCIAS EXIGENTES:

En la mayoría de las situaciones son aplicables las anteriores reglas, pero existen determinadas circunstancias en las que se requieren acciones específicas distintas para que la seguridad no se vea afectada.

En las circunstancias que lo requieran, se acelerará el vehículo revolucionando su motor en mayor medida, realizando los cambios de marchas en el entorno del intervalo de revoluciones de potencia máxima y con el pedal acelerador a plena carga.

12. OTRAS NORMAS Y COMENDACIONES PARA BUENA OPERACIÓN DE VEHICULOS DE TRANSPORTE DE CARGA

Las empresas de transporte promueven la buena y cuidada conducción de sus vehículos haciendo difusión de la Ley 18.290 sobre el reglamento del tránsito, de acciones y conceptos previos, durante y al finalizar viajes. Con ello se informa oportunamente a sus trabajadores de los riesgos asociados a la actividad específica de conductor y para que tomen conocimiento de los procedimientos correspondientes sobre la ejecución de una conducción y trabajo seguro, con el objetivo de dar cumplimiento a la normativa legal existente y generar conciencia y actitudes proactivas en cada integrante de la organización.

ACTIVIDAD	RIESGOS	CONSECUENCIAS	MEDIDAS PREVENTIVAS
ACOPLAMIENTO DEL CAMIÓN			
Medidas de Seguridad			
Verificar condiciones del camión al momento de enganchar.	No llegar a destino.	Accidentes de tránsito.	Inspección diaria de Vehículos y anotar observaciones en bitácora del vehículo.
Verificar condiciones mecánicas del equipo de transporte.	Para asegurar cualquier anomalía existente, o viajar sin percance.	Problemas mecánicos en ruta.	Inspección diaria de Vehículos y anotar observaciones en bitácora del vehículo.
Una vez enganchado dar un pequeño tirón al equipo para probar enganche en king-pin.	Puede desengancharse el trailer del tracto camión.	Accidente de tránsito. Accidente de tránsito.	Inspección diaria de Vehículos y anotar observaciones en bitácora del vehículo.
Verifique el seguro de la tornamesa (en caso que tenga).			
Verificar funciones sistema de frenos.	Deficiencia al frenar.	Accidente de tránsito y colisión con otros vehículos.	Inspección diaria de Vehículos y anotar observaciones en bitácora del vehículo.
Verificar luces de estacionamiento, emergencia, frenos, etc.	Posible colisión por parte trasera o lateral de equipo, incumplimiento de ley	Daños propios y a terceros por colisión.	Inspección diaria de Vehículos y anotar observaciones en bitácora del vehículo.
Revisar presión y estado de los neumáticos.	Desgaste disparajeo de neumáticos, reventón desprendimiento de recauchaje.	Daños propios y a terceros.	Inspección diaria de Vehículos y anotar observaciones en bitácora del vehículo
Mover camión y realizar pruebas de efectividad de sistema de frenos, primero se la realiza al trailer y luego al transporte completo.	Que equipo frene descoordinado tracto camión con trailer, frenado en tijera.	Accidente en ruta, con daños propios y a terceros.	Inspección diaria de Vehículos y anotar observaciones en bitácora del vehículo.

ACTIVIDAD	RIESGOS	CONSECUENCIAS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Verificar que el camión cuente con extintor correspondiente y en condiciones, tanto de fecha como de carga.	En caso de emergencia equipo no funcione por falta de presión.	Inflamación de componentes mecánicos y/o eléctricos.	Inspección diaria de Vehículos y anotar observaciones en bitácora del vehículo.
El camión debe contar con dos cuñas como mínimo.	El desplazamiento de equipo cuando éste se encuentre estacionado.	Daños propios y a terceros.	Inspección diaria de Vehículos y anotar observaciones en bitácora del vehículo.

CONDUCCION EN CALLES, CAMINOS, CARRETERAS

Acceso o descenso de la cabina.	Caídas desde tracto camión al subir o bajar de él.	Torceduras, quebraduras, golpes en miembros o partes del cuerpo del Conductor. Daños personales.	Aplicar procedimiento de subida o bajada desde la cabina del vehículo utilizando siempre los tres puntos de apoyo.
Conducción.	Accidentes en carretera producto de inclemencia del tiempo o malas condiciones atmosféricas como lluvia, vientos, nieve o hielo.	Daños físicos a conductores, equipos, a terceras personas o terceros vehículos.	Disminuir velocidad ante condiciones de tiempo adversas, utilizar cadenas frente a calzada con hielo, encender luces del equipo, detenerse en aparcaderos si es necesario.
Conducción.	Accidente en carretera por bajada descontrolada de equipo en cuesta extensa.	Daños físicos a conductores, equipos, a terceras personas o terceros vehículos.	Al enfrentar bajadas extensas enganchar en marcha menor adecuada, utilizar retardador y/o freno de motor de acuerdo a procedimiento, evitar el sobrecalentamiento de balatas.
Manejo descuidado e imprudente.	Posibles accidentes tanto circulando como detenido.	Daños a Personas y equipos.	Conocer, repasar y respetar el Reglamento del Tránsito. Conducir a la defensiva. Respetar a otros conductores y no estacionar en las bermas.

ACTIVIDAD	RIESGOS	CONSECUENCIAS	MEDIDAS PREVENTIVAS
-----------	---------	---------------	---------------------

ESTACIONAMIENTO EN ZONA DE CARGA

Acceso a zona de carga.	Choque con elemento extraño, daños a equipo y personas.	Daños propios y a terceros.	Inspección ocular previa del área de carguío.
Estacionar vehículo en zona de carga.	Desplazamiento de equipo por falta de cuñas.	Daños a plataforma y andén de carga. Daños a personas.	Uso correcto de las cuñas de seguridad.

ANTES DEL RETIRO DEL EQUIPO CON CARGA

Cierre de válvulas.	Derrame de líquido.	Daños propios y a terceros.	Comprobar ausencia de fugas en las válvulas y caños.
Amarrar la carga.	Desplazamiento de la carga en ruta.	Daños a terceros.	Comprobar que la carga está amarrada adecuadamente.
Revise los elementos utilizados en una descarga.	No poder descargar en clientes, por falta de elementos.	Pérdidas de tiempo y viaje inútil.	Comprobar que flexibles de descarga sean los adecuados al producto transportado.

TRAYECTO DE TRANSPORTE DE LIQUIDOS

Conocer el tipo de carga que transporta.	No saber actuar en caso de Accidente y sus riesgos.	Daños a personas y equipos.	Conocer y repasar el “Manual de Procedimiento” y Capacitación de Conductores Carga Peligrosa.
--	---	-----------------------------	---

OPERACIÓN DE DESCARGA EN EL CLIENTE

Acceso a la zona de descarga.	Daños a personas y/o equipo, tanto del Cliente como del transportista.	Daños a personas y equipos.	Inspección ocular previa del área de descarga.
Operación de válvulas y flexibles.	Evitar fugas. Reventón de mangueras por presión.	Daños a personas y equipos.	Revisar hilos de los conectores de ambos extremos del flexible.

ACTIVIDAD	RIESGOS	CONSECUENCIAS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Operación de válvulas y flexibles.	Evitar derrames.	Daños a personas y equipos.	Aplicar las normas en todas las operaciones de descarga.
Recoger elementos de amarre y descarga.	Pérdida de material.	Daños a terceros.	Recuperar material de amarre y aseguramiento de la carga, para otro viaje seguro.

ACCIONES POR EMERGENCIAS

El conductor en caso de emergencia debe inmediatamente llamar a la Central de su empresa de transporte y/o de la Productora de la carga, para dar a conocer el inconveniente. Dar a conocer de inmediato a los equipos de Emergencias (Bomberos; Carabineros), del tipo de carga y el contenido y entregar la hoja de seguridad, cuando se trate de carga peligrosa.

RESPONSABILIDADES

El conductor del vehículo diariamente debe realizar una inspección visual del equipo de transporte de acuerdo a instrucciones. La inspección se realiza una vez al día al comienzo de la jornada, el conductor debe enviar diariamente el formulario de inspección al Coordinador de la empresa.

En caso de alguna anomalía en el equipo, el coordinador de distribución enviará copia del formulario de inspección al jefe de Mantenimiento del equipo de transporte.

En caso de no cumplir con una condición crítica, indicada en el formulario de Inspección visual diaria de vehículos, el conductor no podrá abandonar la planta de carga, sin antes haber sido autorizado por el jefe. Autorización que deberá quedar registrada en la hoja de ruta.



Tectrans Ltda.

Empesario Juan Luis Correa 0619 • San Bernardo • fono (56 2) 2854 3314

www.tectrans.cl

Fundación SERCAL

Linars 1395 • Providencia • fono (56 2) 2979 0050

www.sercal.cl



SERCAL
FUNDACIÓN



CORFO
suena emprende crece