



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES



ASPECTOS TÉCNICOS Y OPERATIVOS DEL INCREMENTO DE LA LONGITUD EN CAMIONES

Autor:

Rivera Resina, Fernando Javier

Tutor:

Gento Municio, Ángel Manuel

Valladolid, septiembre 2019



Resumen

El propósito de este documento es analizar como afecta el incremento de longitud de los camiones a su capacidad de carga, su consumo, sus emisiones, su maniobrabilidad y seguridad, así como al desgaste de las infraestructuras. Para ello en primer lugar ha sido necesario presentar unos conceptos básicos sobre los camiones, como sus partes y restricciones actuales de tamaño. La parte central del trabajo es el análisis y comparación de diferentes estudios tanto de entidades privadas como públicas para así intentar sacar una conclusión acerca de como afecta este incremento de dimensiones. Aunque se presentan alternativas de otros países y se analiza de forma algo más concreta el camión de 20,55 m y el Diciotto italiano, las conclusiones obtenidas en este documento se basan en estudios que comparan principalmente los vehículos euro-modulares, los trenes carretera y los tráileres convencionales de 16,5m.

Palabras clave

Vehículos de configuración euro-modular – Tráiler – Tren de carretera – Longitud – Camión



Abstract

The purpose of this document is to analyse how the increased length of trucks affects their load capacity, consumption, emissions, manoeuvrability and safety, as well as infrastructure wear. In order to do this, it was first necessary to present some basic concepts about trucks, such as their parts and current size restrictions. The central part of the work is the analysis and comparison of different studies of both private and public entities in order to try to draw a conclusion about how this increase in dimensions affects. Although alternatives from other countries are presented and the 20.55 m lorry and the Italian Dicotto are analysed in a somewhat more concrete way, the conclusions obtained in this document are based on studies that mainly compare euro-modular vehicles, road trains and conventional 16.5m trailers.

Keywords

Euro-modular configuration vehicles - Trailer - Road train - Length - Truck



Índice

1. Introducción	13
1.1. Contexto y justificación	15
1.2. Objetivo	17
1.3. Metodología	17
1.4. Alcance.....	17
1.5. Estructura del documento	18
2. Normativa.....	19
2.1. Términos y definiciones	21
2.2. Tipos de vehículos.....	24
2.3. Masas permitidas.....	26
2.4. Dimensiones permitidas.....	29
3. Tipos de camiones.....	31
3.1. Tipos de camiones dependiendo de la naturaleza de la mercancía	33
3.2. Tipos de camiones según su tamaño	34
3.3. Camiones más utilizados para el transporte de mercancías..	35
3.3.1. Camiones rígidos.....	35
3.3.2. Trailer	35
3.3.3. Tren de carretera	36
3.3.4. Camiones Portavehículos.....	38
3.3.5. Vehículos configuración euro modular	38
3.4. Alternativas en otros países	41
3.4.1. Europa.....	42
3.4.2. Fuera de Europa.....	47
4. Resumen de estudios e informes.....	51
5. Análisis	73
5.1. Seguridad y comportamiento dinámico.....	75
5.1.1. Trayectoria de barrido.....	76
5.1.2. Desvío parte trasera por terreno irregular	77

5.1.3. Amplificación trasera y movimiento del último módulo al cambiar de carril	78
5.1.4. Relación entre el diseño y la estabilidad	82
5.2. Capacidad de carga	82
5.2.1. Pallets	84
5.2.2. Cálculos teóricos.....	85
5.2.3. Comparación	94
5.3. Consumo	95
5.3.1. Estudios	96
5.3.2. Cálculos de consumo energético.....	98
5.4. Emisiones.....	100
5.5. Infraestructuras.....	102
5.5.1. Incidencia sobre el firme	103
5.5.2. Incidencia en puentes	106
5.6. Congestión	107
5.6.1. Hacia dónde va la gestión del transporte	109
6. CONCLUSIONES Y FUTUROS DESARROLOS.....	111
7. Referencias	117
Anexo.....	124



Índice de ilustraciones

Ilustración 1.1 Reducción del número de vehículos y vía ocupada gracias al uso de EMS - CETMO, 2011 16

Ilustración 3.1 Longitud máxima vehículos rígidos - Ministerio de fomento 35

Ilustración 3.2 Longitud máxima vehículos articulados - Ministerio de fomento..... 36

Ilustración 3.3 Distintas configuraciones tren de carretera - Motorgiga 37

Ilustración 3.4 Longitud máxima trenes de carretera - Ministerio de fomento..... 38

Ilustración 3.5 Longitud máxima vehículos portavehículos - Ministerio de fomento..... 38

Ilustración 3.6 Dimensiones vehículos EMS - Wideberg, 2006..... 39

Ilustración 3.7 Reducción de 3 a 2 vehículos por el uso de EMS - AkermanJonsson 2007..... 40

Ilustración 3.8 Posibles configuraciones "megatrailers" - Transporte profesional, 2006..... 41

Ilustración 3.9 Diciotto Vs Camión 16,5m - ANFIA Progetto DICIOTTO . 46

Ilustración 3.10 Posibles combinaciones en Australia - AurellWadman, 2007 47

Ilustración 3.11 Camión B-doble sudafricano - <https://www.motorpasion.com> 48

Ilustración 3.12 Camión B-doble brasileño - <https://www.motorpasion.com> 48

Ilustración 3.13 Configuraciones EE.UU. - Barton, 2006..... 49

Ilustración 5.1 Trayectoria de barrido - Kindt, 2011..... 76

Ilustración 5.2 - Maniobra de cambio de carril - Gleaser, 2012..... 79

Ilustración 5.3 Rearward amplification Volvo truck test - Akerman, 2007 80

Ilustración 5.4 Desvío trasero al cambiar de carril - Glaeser, 2012.... 81

Ilustración 5.5 Dimensiones pallet europeo - <https://www.mecalux.es> 85

Ilustración 5.6 Posibles distribuciones pallets - Ilustración de creación propia 85

Ilustración 5.7 Dimensiones camión mega convencional - Dimensiones pallet europeo - Ilustración de creación propia 86

Ilustración 5.8 Disposición "A" de los pallets en un remolque de 13,6 m - Ilustración de creación propia 87

Ilustración 5.9 Disposición "B" de los pallets en un remolque de 13,6 m - Ilustración de creación propia 87

Ilustración 5.10 Disposición "C" de los pallets en un remolque de 13,6 m - Ilustración de creación propia 87

Ilustración 5.11 Dimensiones tren de carretera - "Longer Semi-trailer Feasibility Study and Impact"	88
Ilustración 5.12 Disposición "A" de los pallets en remolque 7,82m - Ilustración de creación propia	89
Ilustración 5.13 Disposición "B" de los pallets en remolque 7,82m - Ilustración de creación propia	89
Ilustración 5.14 Disposiciones "C" de los pallets en remolque 7,82m - Ilustración de creación propia	90
Ilustración 5.15 Configuraciones vehículos euro-modulares - Kindt, 2011	90
Ilustración 5.16 Dimensiones Diciotto - Progetto Diciotto - Long Vehicle Test	91
Ilustración 5.17 Disposición "A" de los pallets en el Diciotto - Ilustración de creación propia	92
Ilustración 5.18 Disposición "B" de los pallets en el Diciotto - Ilustración de creación propia	92
Ilustración 5.19 Disposición "C" de los pallets en el Diciotto - Ilustración de creación propia	92
Ilustración 5.20 Dimensiones camión 20,55 Renault - Ilustración de creación propia	93
Ilustración 5.21 Disposición "B" de los pallets en el camión de 20,55m - Ilustración de creación propia	94
Ilustración 5.22 Disposición "C" de los pallets en el camión de 20,55m - Ilustración de creación propia	94
Ilustración 5.23 Consumo energético por hora - Salet, 2010	99
Ilustración 5.24 Efectos perjudiciales de los vehículos - Dadoo y Thorpe, 2005.	102
Ilustración 5.25 Incidencia de una carga sobre el pavimento - Posada, 2012	103
Ilustración 5.26 Desgaste de la carretera en base a la ecuación 5.1 - Akerman, 2007	105
Ilustración 5.27 Reducción de calzada ocupada gracias al incremento del tamaño de los camiones - CETMO, 2011	108
Ilustración 6.1 Comparativa distintos vehículos de transportes de mercancías - Larsson, 2009	115



Índice de tablas

Tabla 2.1 Masas máximas permitidas en función del eje - BOE	27
Tabla 2.2 Masas máximas permitidas - BOE	28
Tabla 2.3 Dimensiones máximas permitidas - BOE	29
Tabla 3.1 Dimensiones máximas de camiones en Europa - International Transport Forum (ITF), 2010	43
Tabla 3.2 Pesos máximos de camiones en Europa - International Transport Forum (ITF), 2010	44
Tabla 5.1 - RA para las configuraciones articuladas de distintos países - Wideberg, 2006	80
Tabla 5.2 Consecuencias del diseño al comportamiento del vehículo - Knight, 2008	82
Tabla 5.3 Incrementos dimensiones camiones - Tabla de creación propia	95
Tabla 5.4 Incrementos de capacidades de camiones - Tabla de creación propia	95
Tabla 5.5 Índices de consumo y espacio en la carretera por pallet - Lumsden, 2004	97
Tabla 5.6 Índice de fuel vehículos de 2055m y 18 mm - Creación propia en base a estudio Lumsden 2004	97
Tabla 5.7 Movilidad Vs Accesibilidad - CETMO, 2011	109
Tabla 6.1 Incrementos capacidad de carga frente al mega de 16,5m - Tabla de creación propia	113

Índice de gráficas

Gráfica 1.1 Consumo de fuel en relación a la carga - Lumsden 2004	16
Gráfica 3.1 Evolución carga permitida con el paso del tiempo - Lumsden_2004	45
Gráfica 5.1 Costes externos debido al uso de camiones en Reino Unido - Piecyk, 2007	75
Gráfica 5.2 Resultados "BO-Kradrkreis" - Gráfica de creación propia en base a los resultados de Glaeser, 2012	77
Gráfica 5.3 Resultado desvío superficies irregulares - Gráfica de creación propia en base a los resultados de Glaeser, 2012	78
Gráfica 5.4 Resultados Rarward Amplification Test - Gráfica de creación propia en base a los resultados de Glaeser, 2012	79
Gráfica 5.5 Coeficiente de desvío del remolque trasero al cambiar de carril - Gráfica de creación propia en base a los resultados de Glaeser, 2012	81
Gráfica 5.6 Utilización de la capacidad de los camiones. Estudio Volvo trucks - Akerman, 2007	83

Gráfica 5.7 Optimización densidad de carga t/m³ - Glaeser, 2012....	84
Gráfica 5.8 Costes de operación de un camión de 40 toneladas - ACEA Commercial Vehicles and CO₂, 2010.....	96
Gráfica 5.9 Coste de un camión regular Vs conste camión grandes dimensiones - Arcadis 2006.....	98
Gráfica 5.10 Reparto de los costes de operación de un camión regular Vs un camión de grandes dimensiones - Arcadis 2006.....	98
Gráfica 5.11 Consumo energético en función de la velocidad y la configuración. - Leduc, 2009	99
Gráfica 5.12 Eficiencia de las emisiones en vehículos saturados en volumen - Glaeser, 2012	101
Gráfica 5.13 Eficiencia de las emisiones en vehículos saturados en masa - Glaeser, 2012	101
Gráfica 5.14 Rendimiento de la carretera - Gleaser 2012.....	106



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES



1. Introducción



1.1. Contexto y justificación

El mundo cambia rápidamente, la globalización ha supuesto que las empresas tengan una mayor competencia y su supervivencia y progreso depende en gran medida de su capacidad para adaptarse a los rápidos cambios del entorno.

El sector del transporte es uno de los sectores que más ha crecido a raíz de esta globalización. En un mundo en el que las grandes empresas necesitan mandar grandes volúmenes de mercancías y en espacios de tiempo muy cortos, la competencia en el sector del transporte es muy fuerte, no solo entre las empresas, si no, entre los distintos métodos de transporte y exige al sector buscar fórmulas de optimización.

El desarrollo del sector del transporte también conlleva ciertos problemas a los que deberemos hacer frente. Es por eso por lo que el propio desarrollo en sí mismo tiene que ir encaminado no solo al crecimiento, si no a un transporte más eficiente, que necesite menos para transportar más. En el caso concreto del transporte por carretera, dos de los principales problemas son la congestión y la contaminación. Tanto la congestión como la contaminación son problemas que se pueden solucionar optimizando el transporte de mercancías, son problemas directamente relacionados con el aumento del número de camiones y algunas medidas para hacer más eficiente el transporte son:

- Camiones inteligentes
- Camiones eléctricos
- Optimización de rutas logísticas
- Mejores infraestructuras
- Camiones con mayor capacidad
- Optimización de la carga
- ...

Las empresas en su afán por superar a la competencia que provoca este mercado global buscan formas de optimizar el transporte y reducir gastos, las dos formas más sencillas es trabajando sobre la carga y trabajando sobre el camión.

- Trabajando sobre el camión: La forma más evidente de aumentar la capacidad de carga de un camión es haciéndolo más grande. Hay distintos proyectos a nivel europeo que buscan esto, pero entre todas las configuraciones posibles destacan los EMS (Euro Modularas Sistema). Estos camiones permiten transportar hasta 60 toneladas y su longitud es de hasta 25,25m.

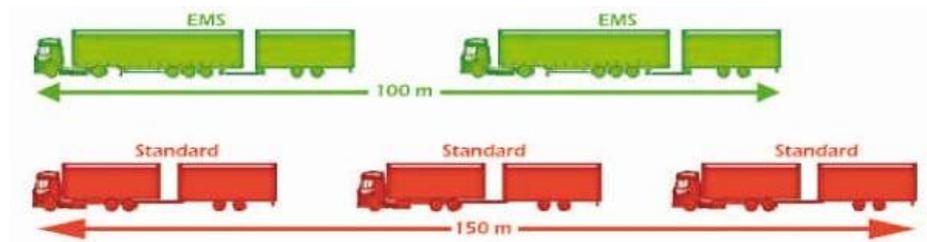
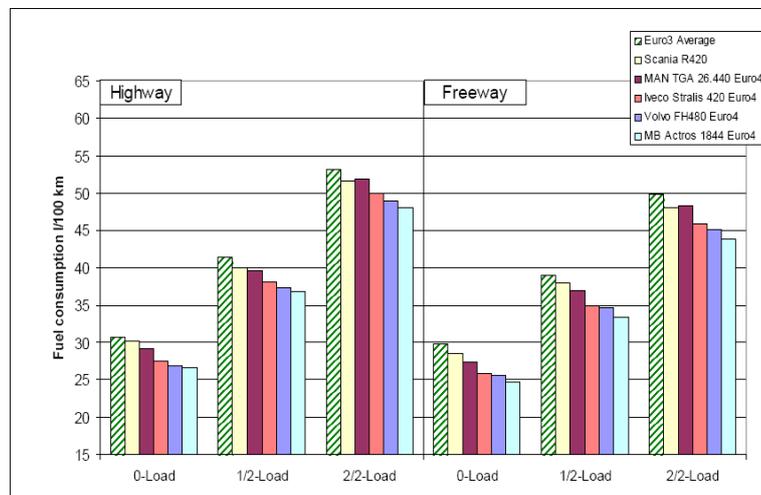


Ilustración 1.1 Reducción del número de vehículos y vía ocupada gracias al uso de EMS - CETMO, 2011

La implementación de estos vehículos globalmente supone una reducción de consumo y reducción de los camiones circulando por las carreteras.

- Trabajando sobre la carga: Es muy importante optimizar mejor la carga, estudios en algunas empresas de transporte importantes de Europa realizados por TFK, analizando un número de viajes que representa un promedio anual, demuestran que la capacidad promedio utilizada fue de 92% en número de pallets, 82% en volumen y 57% en términos de peso. [Lumsden, 2004].



Gráfica 1.1 Consumo de fuel en relación a la carga - Lumsden 2004

En la gráfica anterior se puede observar la importancia de que cualquier camión vaya cargado lo máximo posible dentro de lo legal. El incremento de la carga no supone un incremento proporcional del consumo, si no mucho menos.



1.2. Objetivo

El objetivo de este Trabajo Fin de Master (TFM) es contrastar con diferentes estudios principalmente europeos pero también de otras partes del mundo, cómo puede afectar la implementación de unos vehículos de mayores dimensiones a distintos aspectos como la contaminación, la seguridad vial, la eficiencia del transporte ...

1.3. Metodología

Para la realización de este trabajo es necesario tener unos conocimientos previos sobre las distintas configuraciones de camiones, conocimientos que necesariamente han tenido que ser ampliados mediante la revisión de documentación.

También es necesario ser conocedor de normativas básicas de transporte como longitudes, taras...

Por la parte principal del trabajo ha sido necesario la revisión de más de 60 informes y artículos de los que se incluye una ficha resumen de los que se han considerado de mayor importancia.

1.4. Alcance

Los costes externos pueden definirse como los costes que resultan de los usuarios del transporte y que afectan al resto de la sociedad.

Este trabajo se centra en **analizar** cómo afecta el incremento de dimensiones de los camiones en lo que el estudio en lo que el estudio realizado por Piecyk y McKinnon [Piecyk, 2007] constato como los principales costes externos:

- Seguridad vial
- Infraestructura
- Congestión
- Contaminación

Se analizan distintos informes sobre las distintas configuraciones ya existentes y en cómo puede afectar un incremento de longitud y/o masa a estos costes externos.

Gracias a dicho análisis, se puede realizar una **comparativa** entre distintas longitudes y configuraciones de camiones.

1.5. Estructura del documento

Capítulo 1 – Introducción: En este capítulo se sitúa el contexto y la justificación del proyecto, los objetivos propuestos y las metodologías utilizadas para confeccionarlo.

Capítulo 2 – Normativa: Se presentan los aspectos más importantes de la normativa referente a los vehículos de transportes de mercancías.

Capítulo 3 – Tipo de camiones: Se exponen los principales vehículos que se usan en España para el transporte de mercancía además de algunas alternativas del extranjero.

Capítulo 4 – Resumen de estudios e informes: Este capítulo contiene resúmenes de los principales estudios e informes que han sido necesarios para la realización del trabajo.

Capítulo 5 – Análisis: En este capítulo se analizan las consecuencias sobre los llamados costes externos del transporte de utilizar distintas configuraciones de mayor longitud.

Capítulo 6 – Conclusiones: Después de revisar documentación y analizar las consecuencias, en ese capítulo se exponen las conclusiones obtenidas.

Capítulo 7 – Bibliografía: Lista de bibliografía consultada

Anexo: Más informes revisados que no han aportado tanta información como los expuestos en el capítulo 4.



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES



2. Normativa



La mayor parte de la información que se expone en este capítulo puede encontrarse en el Reglamento General de Vehículos del BOE (2018).

2.1. Términos y definiciones

En el apartado 1 del anexo IX del Reglamento General de Vehículos del BOE (2018), podemos encontrar ciertos términos y sus correspondientes definiciones, términos que son importantes conocer para poder entender la normativa sobre el transporte de mercancías en España.

- **Tara:** masa del vehículo, con su equipo fijo autorizado, sin personal de servicio, pasajeros ni carga, y con su dotación completa de agua, combustible, lubricante, repuestos, herramientas y accesorios necesarios.
- **Masa en orden de marcha:** se considera como masa en orden de marcha el resultado de sumar a la tara la masa estándar del conductor de 75 kg y para los autobuses y autocares, la masa del acompañante de 75 kg si lo lleva.
- **Masa en carga:** la masa efectiva del vehículo y de su carga, incluida la masa del personal de servicio y de los pasajeros.
- **Masa por eje:** la que gravita sobre el suelo, transmitida por la totalidad de las ruedas acopladas a ese eje.
- **Dimensiones máximas autorizadas:** las dimensiones máximas para la utilización de un vehículo establecidas en este anexo. Todas las dimensiones máximas autorizadas que se especifican en este anexo se medirán con arreglo al anexo I de la Directiva 70/156/CEE, sin tolerancia positiva.
- **Masa máxima autorizada (MMA):** la masa máxima para la utilización de un vehículo con carga en circulación por las vías públicas.
- **Masa máxima técnicamente admisible:** la masa máxima del vehículo basada en su construcción y especificada por el fabricante.

- **Masa máxima autorizada por eje:** la masa máxima de un eje o grupo de ejes con carga para utilización en circulación por las vías públicas.
- **Masa máxima por eje técnicamente admisible:** la masa máxima por eje basada en su construcción y especificada por el fabricante.
- **Masa remolcable máxima autorizada:** masa autorizada máxima de un remolque o semirremolque destinado a ser enganchado al vehículo de motor y hasta la cual puede matricularse o ponerse en servicio el vehículo. En el caso de un remolque de eje central o semirremolque, la masa remolcable máxima autorizada será la masa real máxima del remolque menos su carga real vertical sobre el punto de acoplamiento, es decir, la masa correspondiente a la carga soportada por los ejes del remolque.
- **Masa remolcable máxima técnicamente admisible:** la masa remolcable máxima basada en su construcción y especificada por el fabricante.
- **Masa máxima técnicamente admisible del conjunto:** suma de las masas del vehículo de motor cargado y del remolque arrastrado cargado, basadas en la construcción del vehículo de motor y especificadas por el fabricante.
- **Masa máxima autorizada del conjunto:** suma de las masas del vehículo de motor cargado y del remolque arrastrado cargado para su utilización por las vías públicas.
- **Carga vertical máxima técnicamente admisible sobre el acoplamiento:** carga máxima sobre el acoplamiento establecida en la concepción del vehículo motor y/o del acoplamiento y especificada por el fabricante.
- **Carga indivisible:** la carga que, para su transporte por carretera, no puede dividirse en dos o más cargas sin coste o riesgo innecesario de daños y que, debido a sus dimensiones o masa, no puede ser transportada por un vehículo de motor, remolque, tren de carretera o vehículo articulado que se ajuste en todos los sentidos a las disposiciones del presente Reglamento. Se considera también carga indivisible la constituida por varios elementos de la misma naturaleza y destinados al mismo fin, con dimensiones idénticas o



diferentes, de los que una o dos de las dimensiones del mayor elemento del conjunto exceden las dimensiones máximas establecidas en la respectiva reglamentación.

- **Suspensión neumática:** una suspensión se considera neumática si al menos el 75% del efecto elástico se debe a un dispositivo neumático.
- **Suspensión equivalente o suspensión neumática reconocida:** sistema de suspensión para eje(s) motor no dirigido(s) que cumple los requisitos establecidos en la reglamentación vigente recogida en el anexo I.
- **Dispositivo de elevación del eje:** dispositivo permanente montado en un vehículo con objeto de reducir o incrementar la carga sobre el(los) eje(s) según las condiciones de carga del vehículo: 1. bien levantando completamente las ruedas del suelo/bajándolas del suelo, 2. o bien sin levantar las ruedas del suelo (por ejemplo, en el caso de sistemas de suspensión neumática u otros sistemas), con objeto de reducir el desgaste de los neumáticos cuando el vehículo no esté completamente cargado, o para facilitar el arranque (inicio de la marcha) sobre terreno resbaladizo a los vehículos de motor o conjuntos de vehículos, incrementando la carga sobre el eje motor.
- **Eje retráctil:** eje que pueda elevarse o bajarse mediante el dispositivo de elevación del eje, tal como se menciona en el número 1 del apartado 1.18.
- **Eje descargable:** eje sobre el cual puede variarse la carga sin que el eje esté levantado, mediante el dispositivo de elevación del eje.
- **Grupo de ejes:** los ejes que forman parte de un bogie.
 - Tándem: En el caso de dos ejes:
 - Tándem triaxial en caso de tres ejes.
- **Tonelada:** masa correspondiente a 1.000 kg.
- **Configuración euro-modular:** Conjunto de vehículos con más de 6 líneas de ejes, cuyos módulos separadamente no superan los límites máximos de masas y dimensiones establecidos en este anexo para el tipo de vehículo que corresponda.

- **Combustibles alternativos:** Aquellas fuentes de energía o combustibles que sustituyan parcial o totalmente las fuentes de energía fósil y que ayuden a su descarbonización y a mejorar el medio ambiente. Pueden ser los siguientes:
 - El hidrógeno.
 - Los combustibles parafínicos y sintéticos.
 - La electricidad.
 - Los biocarburantes.
 - La energía mecánica.
 - El gas licuado del petróleo.
 - El gas natural.
- **Vehículo de combustible alternativo:** un vehículo de motor alimentado total o parcialmente por un combustible alternativo y que ha sido debidamente homologado.

2.2. Tipos de vehículos

En la actualidad hay una gran cantidad de tipos de vehículos, en el anexo II página 52 del Reglamento General de Vehículos del BOE podemos encontrar más de 50 definiciones de los distintos tipos de vehículos, para nuestro caso de estudio principalmente nos interesan las siguientes:

- **Vehículo:** Aparato apto para circular por las vías o terrenos a que se refiere el artículo 2 de La Ley sobre Tráfico, Circulación de vehículos a Motor y Seguridad Vía.
- **Vehículo de motor:** Vehículo provisto de motor para su propulsión. Se excluyen de esta definición los ciclomotores, los tranvías y los vehículos para personas de movilidad reducida.
- **Automóvil:** Vehículo de motor que sirve, normalmente, para el transporte de personas o cosas, o de ambas a la vez, o para la tracción de otros vehículos con aquel fin. Se excluyen de esta definición los vehículos especiales
- **Camión:** Automóvil con cuatro ruedas o más, concebido y construido para el transporte de mercancías, cuya cabina no está integrada en el resto de la carrocería y con un máximo de 9 plazas, incluido el conductor.



- **Vehículo articulado:** Automóvil constituido por un vehículo de motor acoplado a un semirremolque.
 - $MMA \leq 3.500$ kg: El que posee una cabina con capacidad hasta 9 plazas, no integrada en resto de la carrocería, y cuya masa máxima autoriza no exceda de 3.500 kg.
 - $3.500 \text{ kg} < MMA \leq 12.000$ kg: El que posee una cabina con capacidad hasta 9 plazas, no integrada en resto de la carrocería, y cuya masa máxima autorizada es superior a 3.500 kg, e igual o inferior a 12.000 kg
 - $MMA > 12.000$ kg: El que posee una cabina con capacidad hasta 9 plazas, no integrada en resto de la carrocería, y cuya masa máxima autoriza sea superior a 12.000 kg.
- **Furgón/Furgoneta:** Automóvil con cuatro ruedas o más, concebido y construido para el transporte de mercancías, cuya cabina está integrada en el resto de la carrocería y con un máximo de 9 plazas, incluido el conductor. Podemos diferenciar tres categorías dependiendo de la masa máxima autorizada que tenga el camión.
- **Tractocamión:** Automóvil concebido y construido para realizar, principalmente, el arrastre de un semirremolque.
- **Remolque:** Vehículo no autopropulsado diseñado y concebido para ser remolcado por un vehículo de motor.
- **Remolque de enganche:** Remolque provisto de un dispositivo de enganche que no puede desplazarse verticalmente.
- **Remolque agrícola:** Vehículo especial de transporte construido y destinado para ser arrastrado por un tractor agrícola, motocultor, portador o máquina agrícola automotriz.
- **Semirremolque:** vehículo no autopropulsado diseñado y concebido para ser acoplado a un automóvil, sobre el que reposará parte del mismo, transfiriéndole una parte sustancial de su masa:
 - $MMA \leq 750$ kg
 - $750 \text{ kg} < MMA \leq 3.500$ kg
 - $3.500 \text{ kg} < MMA \leq 10.000$ kg
 - $MMA > 10.000$ kg

- **Tren de carretera:** Automóvil constituido por un vehículo de motor enganchado a un remolque.
- **Vehículo eléctrico (EV):** Vehículo propulsado al menos por uno o más motores eléctricos.
- **Vehículo eléctrico de baterías (BEV):** Vehículo eléctrico que utiliza como sistemas de almacenamiento de energía de propulsión exclusivamente baterías eléctricas recargables desde una fuente de energía eléctrica exterior. No se excluye la posibilidad de incluir, además, un sistema de frenado regenerativo que cargue las baterías durante las retenciones y frenadas.
- **Vehículo eléctrico de autonomía extendida (REEV):** Vehículo eléctrico que, reuniendo todas las condiciones de un vehículo eléctrico de baterías, incorpora además un motor de combustión interna.
- **Vehículo eléctrico híbrido enchufable (PHEV):** Vehículo eléctrico híbrido, provisto de baterías que pueden ser recargadas de una fuente de energía eléctrica exterior, que a voluntad puede ser propulsado sólo por su(s) motor(es) eléctrico(s).

2.3. Masas permitidas

Al aumentar la longitud de un camión, también aumentamos la masa de este y la masa que puede transportar, por eso es importante también conocer cuáles son las máximas masas permitidas en función del vehículo. Toda esta información está en apartado 2 del anexo IX del Reglamento General de Vehículos del BOE (2018).

No se permite la circulación de:

- De vehículos con ruedas neumáticas o de elasticidad similar que ejerzan sobre el pavimento una presión superior a 9 kilogramos por centímetro cuadrado de superficie bruta de apoyo. Se asimilan a estos vehículos los denominados «orugas» cuyas superficies de contacto con el suelo sean planas y no presenten salientes
- De vehículos de tracción animal provistos de ruedas no neumáticas o de elasticidad similar, con masa en carga que sobrepase los 150 kilogramos por centímetro de ancho de banda de rodadura.



- De aquellos en que los neumáticos soporten cargas superiores a las que determinen sus normas de seguridad (en función de sus índices de carga y velocidad máxima del vehículo).
- De vehículos con masas por eje que excedan los límites indicados en la tabla 1 del presente anexo.
- De vehículos con masa máxima autorizada superior a los límites indicados en la tabla 2 del presente anexo.
- De los trenes de carretera en los que la distancia entre el eje posterior del vehículo motor y el delantero del remolque sea inferior a 3,00 metros.
- De vehículos o conjuntos de vehículos en los que la masa soportada por el eje motor o los ejes motores sea inferior al 25% de la masa total en carga del vehículo o conjunto de vehículos.
- De vehículos de motor de 4 ejes cuya masa máxima autorizada en toneladas sea superior a 5 veces la distancia en metros comprendido entre los centros de los ejes extremos del vehículo

En la tabla 1.1. podemos ver cuáles son las masas máximas permitidas en función del eje.

	Tons
Eje simple:	
Eje motor	11,50
Eje motor de los vehículos de la clase I (autobuses urbanos), según la clasificación de la Directiva 2001/85/CE, de 20 de noviembre	13,00
Eje motor de los vehículos de las clases II y III (autobuses interurbanos), según la clasificación de la Directiva 2001/85/CE de 20 de noviembre	12,60
Eje no motor	10,00
Eje tándem:	
Eje tándem de los vehículos de motor:	
Si la separación «d» de dos ejes es inferior a 1,00 metros ($d < 1,00$ m)	11,50
Si es igual o superior a 1,00 metros e inferior a 1,30 metros ($1,00 \text{ m} \leq d < 1,30$)	16,00
Si es igual o superior a 1,30 metros e inferior a 1,80 metros ($1,30 \text{ m} \leq d < 1,80$ m)	18,00
En el caso anterior si el eje motor va equipado con neumáticos dobles y suspensión neumática o reconocida como equivalente a escala comunitaria, o cuando cada eje motor esté equipado con neumáticos dobles y la masa máxima de cada eje no excede de las 9,5 toneladas	19,00
Eje tándem de los remolques o semirremolques:	
Si la separación «d» de los ejes es inferior a 1,00 metros ($d < 1,00$ m)	11,00
Si es igual o superior a 1,00 metros e inferior a 1,30 metros ($1,00 \leq d < 1,30$)	16,00
Si es igual o superior a 1,30 metros e inferior a 1,80 metros ($1,30 \text{ m} \leq d < 1,80$)	18,00
Si es igual o superior a 1,80 metros ($1,80 \text{ m} \leq d$)	20,00
Tándem triaxial de los remolques o semirremolques:	
Si la distancia es igual o inferior a 1,30 metros ($d \leq 1,30$ m)	21,00
Si la distancia es superior a 1,30 metros e inferior o igual a 1,40 metros ($1,30 < d \leq 1,40$ m)	24,00

Tabla 2.1 Masas máximas permitidas en función del eje - BOE

En esta segunda tabla, la tabla 1.2. podemos ver un resumen de las masas permitidas para los vehículos de grandes dimensiones y remolques.

	Tons
Vehículos de motor	
Vehículo de motor de 2 ejes, excepto autobuses (1).	18
Autobuses de dos ejes de la clase I (urbano), según la clasificación de la Directiva 2001/85/CE, de 20 de noviembre.	20
Autobuses de 2 ejes de las clases II y III (interurbano y largo recorrido), según la clasificación de la Directiva 2001/85/CE, de 20 de noviembre.	19,5
Vehículo de motor de tres ejes (1).	25
Vehículo de motor de 3 ejes, cuando el eje motor vaya equipado con neumáticos dobles suspensión neumática o reconocida como equivalente a escala comunitaria, o cuando cada eje motor esté equipado de neumáticos dobles y la masa máxima de cada eje no exceda de 9,5 toneladas (1).	26
Autobuses articulados de 3 ejes (1).	28
Vehículo rígido de 4 ejes con dos direccionales, cuando el eje motor vaya equipado con neumáticos dobles y suspensión neumática o reconocida como equivalente a escala comunitaria, o cuando cada eje motor esté equipado de neumáticos dobles y la masa máxima de cada eje no exceda de 9,5 toneladas.	32
Otros vehículos rígidos de 4 ejes.	31
Remolques	
Remolques de 2 ejes.	18
Remolques de 3 ejes.	24
Vehículos articulados de 4 ejes	
Vehículo de motor de 2 ejes y semirremolque en el cual la distancia entre ejes sea igual o superior a 1,30 metros y sea inferior a 1,80 metros (2).	36
Vehículo de motor de 2 ejes y semirremolque en el cual la distancia entre ejes sea igual o superior a 1,80 metros.	36
Vehículo de motor de 2 ejes, equipado en el eje motor con ruedas gemelas, suspensión neumática o reconocida como equivalente y por un semirremolque en el cual la distancia entre ejes sea superior a 1,80 metros, y se respeten la masa máxima autorizada del vehículo motor (18 toneladas) y la masa máxima autorizada de 1 eje tandem de semirremolque (20 toneladas).	38
Otros vehículos articulados de 4 ejes compuestos por un tractor de 2 ejes y un semirremolque de otros 2 ejes.	36
Vehículos articulados de 5 o más ejes	
Vehículo de motor con 2 ejes y con semirremolque de 3 ejes.	40
Vehículo de motor con 3 ejes y con semirremolque de 2 o 3 ejes.	40
Vehículo de motor con 3 ejes y con semirremolque de 2 o 3 ejes llevando, en transporte combinado, un contenedor o caja móvil cerrados, igual o superior a 20 pies y homologado para el transporte combinado.	44
Vehículo de motor con 2 ejes y con semirremolque de 3 ejes llevando, en transporte combinado, un contenedor o caja móvil cerrados, igual o superior a 20 pies y homologado para el transporte combinado.	42
Trenes de carretera de 4 ejes	
Vehículo de motor de 2 ejes y remolque de 2 ejes.	36
Trenes de carretera de 5 o más ejes	
Vehículo de motor de 2 ejes con remolque de 3 ejes.	40
Vehículo de motor de 3 ejes con remolque de 2 o 3 ejes.	40

Tabla 2.2 Masas máximas permitidas - BOE



2.4. Dimensiones permitidas

En la tabla 1.3. encontramos las longitudes, alturas y anchuras permitidas en España para los distintos vehículos.

	M
Longitud	
Vehículos de motor excepto autobuses (1).	12,00
Remolques (1).	12,00
Vehículos articulados excepto autobuses (1).	16,50
Distancia máxima entre el eje de pivote de enganche y la parte trasera del semirremolque (1).	12,00
Distancia máxima entre el eje de pivote de enganche y un punto cualquiera de parte delantera del semirremolque, horizontalmente.	2,04
Trenes de carretera (1) y (2).	18,75
La distancia máxima, medida en paralelo al eje longitudinal del tren de carretera, entre los puntos exteriores situados más delante de la zona de carga detrás de la cabina y más atrás del remolque del conjunto de vehículos, menos la distancia entre la parte trasera del vehículo motor y la parte delantera del remolque.	15,65
Distancia máxima, medida en paralelo al eje longitudinal del tren de carretera, entre los puntos exteriores situados más delante de la zona de carga detrás de la cabina y más atrás del remolque del conjunto de vehículos.	16,40
Autobuses articulados.	18,75
Autobuses rígidos de 2 ejes.	13,50
Autobuses rígidos de más de 2 ejes.	15,00
Autobuses con remolque, incluido este.	18,75
Anchura	
La anchura máxima autorizada, como regla general.	2,55
Superestructuras de vehículos acondicionados (3).	2,6
Autobuses especialmente acondicionados para el traslado de presos (4).	2,6
Altura	
Altura máxima de los vehículos incluida la carga, como norma general.	4
Altura máxima de los autobuses de la clase I (urbano).	4,2
Altura máxima de los siguientes vehículos, incluida la carga	
Portavehículos: Camiones (rígidos) y conjuntos de vehículos (trenes de carretera y vehículos articulados), cuando estén especializados en el transporte de vehículos.	4,5
Vehículos grúa: los destinados a la retirada de vehículos accidentados o averiados.	
Vehículos que transportan contenedores cerrados homologados para el transporte combinado o intermodal.	

Tabla 2.3 Dimensiones máximas permitidas - BOE



3. Tipos de camiones



El camión cubre la necesidad de poder transportar una gran cantidad de carga con la maniobrabilidad que posee un automóvil. El transporte de mercancías por carreteras, habitualmente se realiza con dos tipos de camiones: rígidos (camión completo) y articulados.

Aunque a la hora de realizar operaciones internacionales el medio de más relevancia sea el marítimo puesto que se encarga de la mayoría de los envíos de este tipo, el transporte terrestre a través de los camiones siempre permanece ahí como medio complementario para todos los tipos de envíos, encargándose de poner las mercancías en su destino final una vez que éstas llegan al puerto de destino.

Los camiones constituyen el medio más habitual en el transporte de mercancías debido a sus visibles ventajas, tales como la accesibilidad, la correcta conservación de los productos, la reducción de los costes, así como la seguridad de entrega de los productos, entre otros beneficios.

3.1. Tipos de camiones dependiendo de la naturaleza de la mercancía

Plataforma abierta: Es uno de los tipos de camiones más comunes, como su nombre indica la plataforma es abierta, puede que total o parcial con laterales por si la mercancía corre el riesgo de moverse. Un tipo de camión muy versátil y con diferentes usos, pero su uso común es para materiales pesados, a granel, contenedores, construcción...

Camión de lona cubierta: Es el tipo de camión predominante, se usa para cargas generales. Al ser un tipo de camión formado por lonas su carga es fácil, pudiendo ser por arriba, lateral y por la puerta. Un tipo de camión muy flexible si tu mercancía puede presentar dificultades para cargarla.

Plataformas frigoríficas: Un tipo de camión que se usa para el transporte de productos normalmente alimentarios perecederos a los que hay que controlarle su temperatura para mantenerlos. Tiene acoplado un motor encargado de enfriar la estructura rígida y de mantenerla a la temperatura deseada.

Cisterna o Tanque: Estos tipos de camiones se utiliza para el transporte de mercancía líquida, química y gaseosa que las manteniéndolas un tiempo prolongado dado sus características. Su uso generalmente son gasolina, aceites, gas LP, químicas reguladas por la normativa ADR, etc.

Camión cerrado: Es un tipo de camión cerrado y rígido, su uso es para el transporte de mercancía general, reparto, paquetería, etc. El único inconveniente que tiene es que su carga solo es posible realizarla por las puertas traseras.

Camiones para cargas especiales: Destacamos aquí los tipos de camiones, por ejemplo para el transporte de animales vivos (Camión Jaula) y el de transporte de vehículos (porta coches).

3.2. Tipos de camiones según su tamaño

Ligeros: Los camiones de carga ligeros cuentan con una capacidad aproximada de entre 500 kg hasta 2,5 toneladas.

Livianos: En este caso su peso podrá estar comprendido entre 2,5 y 3,5 toneladas.

Semilivianos: Los camiones semilivianos cuentan con un peso de entre 3,5 y 4,5 toneladas, aproximadamente.

Medianos: Su peso está comprendido entre las 4,5 y 5,5 toneladas.

Semipesados: Los camiones semipesados son los más utilizados en el transporte de mercancías por carretera y su peso está comprendido entre las 5,5 y las 7,5 toneladas.

Pesados: Esta categoría de camión presenta unas llantas de mayor tamaño y un motor diésel de 7 u 8 velocidades. Además, su capacidad de carga oscila entre las 7,5 y las 9 toneladas.

Extrapesados: A continuación, tenemos los camiones extrapesados cuya capacidad se encuentra entre las 9 y las 11,5 toneladas.

Megapesados: Éstos cuentan con la misma capacidad que los anteriores, pero cuentan con un sistema de mayor potencia.

Tera pesados: Puede cargar entre 16 y 20 toneladas y pueden dividirse en dos versiones de estos camiones: en primer lugar, el modelo 6x2, -dispuesto con 6 ejes delanteros y 1 trasero-, y el modelo 6x2 II, -dispuesto con un eje delantero y 2 traseros-.

Ultra pesados: Cuentan con una capacidad de 20 a 23 toneladas.

Giga pesados: Por último, nos encontramos los camiones giga pesados que son los de mayor capacidad ofreciendo una carga de entre 23 y 26 toneladas.

3.3. Camiones más utilizados para el transporte de mercancías

3.3.1. Camiones rígidos

Son camiones que efectúan el transporte terrestre generalmente en ciudad, debido a su tamaño más pequeño. Su estructura es de una sola pieza, la cabina del conductor y el remolque son parte indivisible de una misma estructura. Debido a su tamaño más pequeño, se suelen emplear para transporte urbano y paquetería. En la ilustración 3.1 podemos observar las longitudes máximas para estos tipos de vehículos.

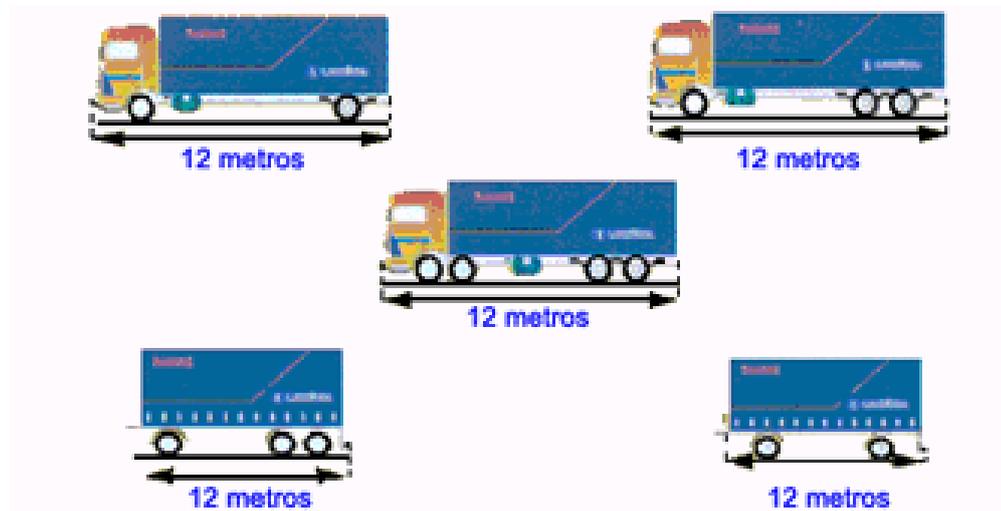


Ilustración 3.1 Longitud máxima vehículos rígidos - Ministerio de fomento

3.3.2. Trailer

Este tipo de camión es empleado para realizar el transporte internacional de mercancías. Compuesto por una parte llamada tractocamión y otra denominada semirremolque. La primera de ellas corresponde a la cabeza (cabina, que no sirve para cargar, sino para remolcar) y la segunda es la que contiene el remolque con la carga, también denominado plataforma. Cuando hablamos de transporte terrestre por carretera y pensamos en los diferentes tipos de camiones, lo primero que nos venga a la mente seguramente sea un tráiler.

En la ilustración 3.2 se representan las distintas longitudes máximas para estos tipos de vehículos.

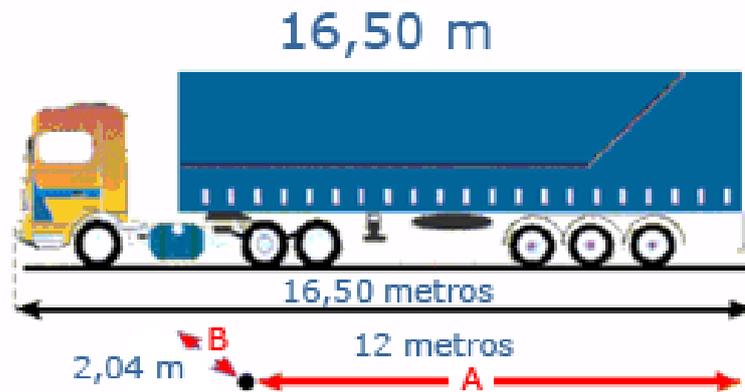


Ilustración 3.2 Longitud máxima vehículos articulados - Ministerio de fomento

La distancia A de 12m corresponde a los 12 metros máximos que puede tener un vehículo no articulado como hemos visto antes.

La distancia B de 2,04 m, es la distancia máxima entre el inicio del semirremolque y el pivote de enganche a la cabeza tractora.

3.3.3. Tren de carretera

La longitud máxima total autorizada en la UE es 18,75 m con un peso máximo de 40 t, o 44 t si se transporta un contenedor ISO. Sin embargo, la normativa limita los semi-remolques a 16,5 m y 18,75 si los camiones transportan una unidad estándar de 7,82 m más otra adicional de 7,82 m remolcada.

Un tren de carretera (road train en inglés es un camión diseñado para servir áreas remotas y desplazar cargas voluminosas de forma eficiente.

Está formado por 2 o más elementos unidos, uno de los cuales es un tractor. Se prevé que esta modalidad de transporte asuma un 25 % del tráfico de mercancías por carretera en toda Europa.

Existen diferentes posibles combinaciones para los trenes de carretera dependiendo de los ejes que posea (Ilustración 3.3):

- Tren de carretera de cuatro ejes (dos del camión y dos del remolque).
- Tren de carretera de cinco ejes (tres del camión y dos del remolque o bien dos del camión y tres del remolque).
- Tren de carretera de seis ejes (tres del camión y tres del remolque o bien cuatro del camión y dos del remolque)
- Tren de carretera de siete ejes (cuatro del camión y tres del remolque o tres del camión y cuatro del remolque).
- Tren de carretera de ocho ejes (cuatro del camión y cuatro del remolque).

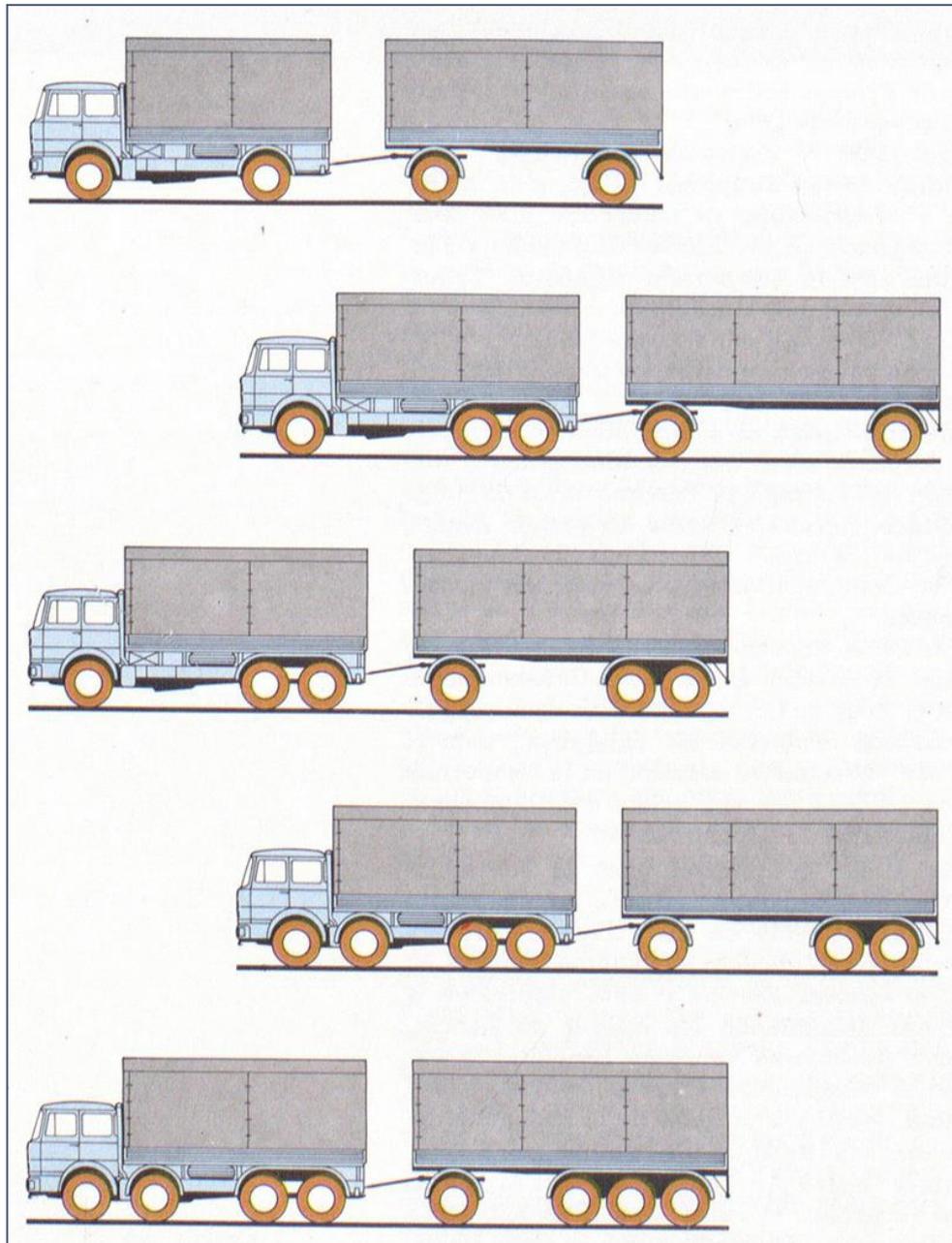


Ilustración 3.3 Distintas configuraciones tren de carretera - Motorgíga

Las máximas longitudes permitidas en España para este tipo de vehículos son:

- 16,40 metros de distancia entre la parte delantera del semirremolque más cercana a la cabina y la parte trasera del semirremolque más alejada de la cabina.
- 15,65 metros de distancia entre la suma de las distancias A y B. Es decir, la suma de las longitudes de los dos semirremolques.
- 18,75 metros de longitud máxima total (Ilustración 3.4)

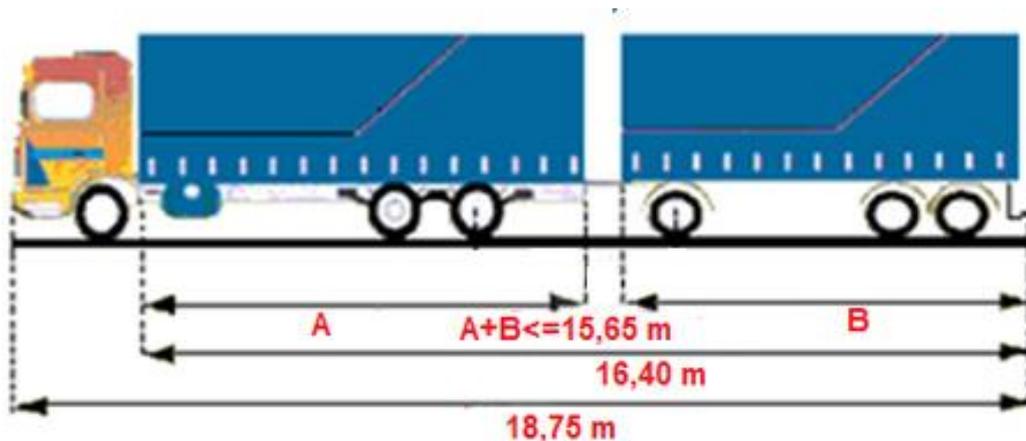


Ilustración 3.4 Longitud máxima trenes de carretera - Ministerio de fomento

3.3.4. Camiones Portavehículos

La longitud de los trenes de carretera especializados en el transporte de vehículos, curculando con carga, puede aumentarse hasta un total de 20,55 metros (ilustración 3.5) utilizando un voladizo o soporte de carga trasero autorizado para ello. El voladizo o soporte de carga trasero no podrá sobresalir en relación a la carga. La carga podrá sobresalir por detrás, sin exceder el total autorizado, siempre que el último eje del vehículo que se transporta descansa en la estructura del remolque. La carga no podrá sobresalir por delante del vehículo de tracción.

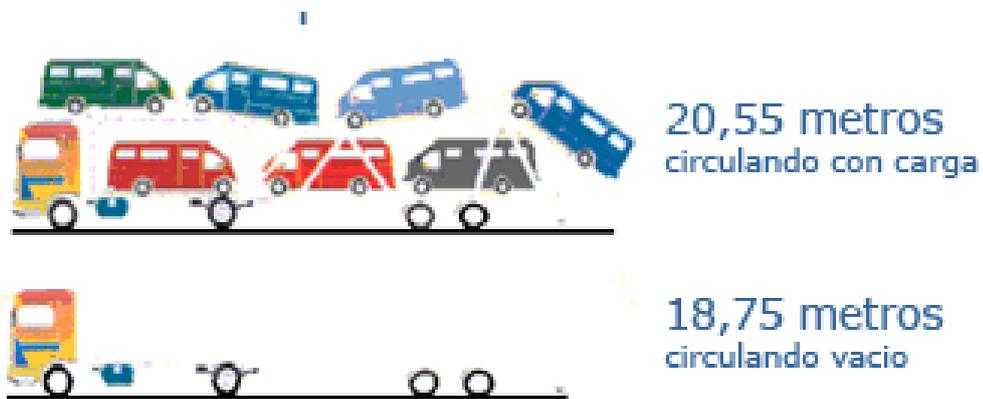


Ilustración 3.5 Longitud máxima vehículos portavehículos - Ministerio de fomento

3.3.5. Vehículos configuración euro modular

El EMS ('European Modular System') es una combinación modular contemplada en la normativa europea (Directiva 2002/7/CE que modifica la Directiva 96/53/CE) que está formada por elementos de transporte usuales

en Europa, ensamblados de modo que formen conjuntos homogéneos, para optimizar la capacidad de transporte:

- camión "portador" (7,82 m) tirando de un semirremolque a través de una plataforma (13,6 m), (Ilustración 3.6)
- tractora con semirremolque (13,6 m) más remolque (7,82 m).

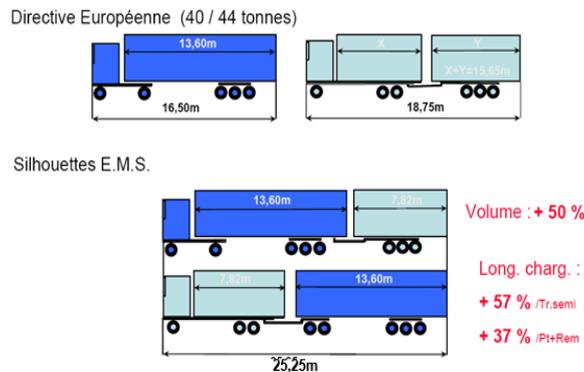


Ilustración 3.6 Dimensiones vehículos EMS - Wideberg, 2006

El uso de módulos estándar permite desprenderse con facilidad (en los terminales y aparcamientos) de algunos módulos y usar las combinaciones más largas (25,5 m) cuando es posible y las más cortas en las zonas urbanas o de difícil acceso. Además, el uso de estos vehículos reduce el número de vehículos necesarios para transportar la misma carga, como puede apreciarse en la ilustración 3.7.

A efectos prácticos, la longitud máxima de 25,25 m fue elegida por ser el equivalente de una tractora con un remolque de 13,6 m y una caja móvil de 7,82 m. Permite transportar 52 Pallets europeas (120x80 cm) en lugar de las 33 que permite un camión en la actualidad. También pueden transportar contenedores ISO, sea uno de 40 pies (12,192 m), o incluso 45 pies (13,58 m), más uno de 20 pies (6,058 m), o bien tres de 20 pies. Esto aumenta el volumen (transporte de automóviles, por ejemplo), la masa y la capacidad de intermodalidad.

Antes de la Directiva 96/53 los vehículos de más de 18,75 m y más de 44 t ya operaban en Suecia. La longitud máxima era ilimitada y la única limitación era de carga por eje. Al ingresar en la UE, Suecia modificó su normativa vial de acuerdo con la excepción de las dimensiones autorizadas. Esto permitió unir trailers y semitrailers del continente formando combinaciones de 60 t y 25,25 m. Este método es el sistema modular y permite a los camiones alcanzar los requisitos de longitud máxima de Suecia.

La introducción del concepto modular en la Directiva proporcionó a los países nórdicos la oportunidad de mantener su estatus jurídico. En 1996 la UE acordó formalizar y generalizar la excepción y permitir a todos los Estados miembros el derecho de aplicar las dimensiones y el sistema modular de Suecia.

Un vehículo de configuración euro modular son conocidos en España como megacamiones y son un conjunto de vehículos (o módulos) con más de 6 líneas de eje utilizado para el transporte de carga general que puede alcanzar hasta un máximo de 25,25 metros de longitud y 60 toneladas de peso, pero cada módulo individual que lo compone no excede, en ningún caso, los valores máximos establecidos por el anexo IX del reglamento general de vehículos para vehículos a motor, remolques o semirremolques.

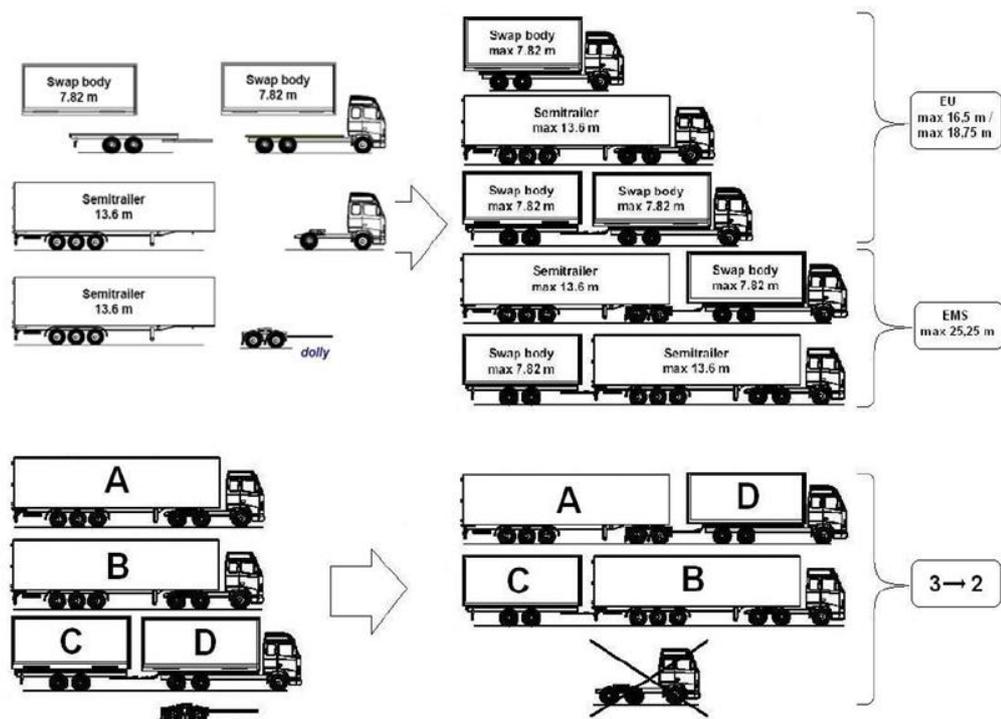


Ilustración 3.7 Reducción de 3 a 2 vehículos por el uso de EMS – AkermanJonsson 2007

Los conjuntos euromodulares, para circular por vías de uso público deben contar con una autorización especial de circulación.

Estos vehículos deben cumplir una serie de requisitos técnicos y mecánicos especiales y además solo pueden circular por un determinado tipo de vías. Toda esta información la podemos encontrar en la sede de la DGT. Más adelante en el análisis, prestaremos atención a los aspectos importantes.

La DGT mantiene para los megatrailers los requisitos de carga mínima sobre los ejes de tracción y de maniobrabilidad recogidos en el Reglamento General de Vehículos, pero con una singular excepción. La carga mínima sobre el eje o ejes motores será del 25%, salvo que se opte voluntariamente por participar en un estudio técnico de evaluación sobre la circulación de estos conjuntos, en cuyo caso se podrá solicitar que este requisito se reduzca al 20%. Si se participa en este estudio, también se relaja (en este caso no se

precisa en qué medida) la obligación de completar con el conjunto de vehículos un giro de 360° dentro de una corona formada por circunferencias de 12,5 y 5,3 metros. Aplicando estrictamente los requisitos de tracción y maniobrabilidad, la asociación de fabricantes de semirremolques Asfares ha elaborado un estudio en el que ha detallado las posibles combinaciones que se podrían utilizar para “construir” un megatrailer (ilustración 3.8):

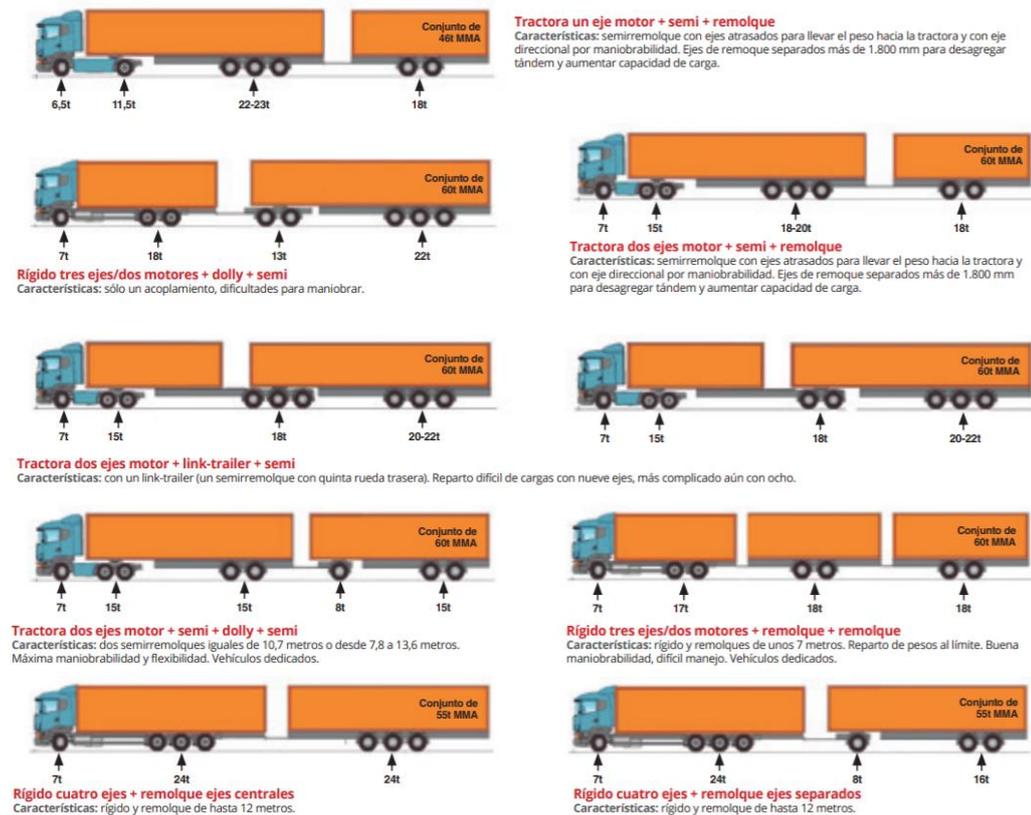


Ilustración 3.8 Posibles configuraciones "megatrailers" - Transporte profesional, 2006

3.4. Alternativas en otros países

Aunque la Unión Europea marca unas directrices comunes en ciertos aspectos para todos los países miembros como se refleja en la Directiva 96/53/CE del Consejo, pueden sobrepasarse los límites de pesos y longitudes siempre y cuando sea en busca de una mejora de la seguridad vial y de eficiencia energética. Así, por ejemplo, los camiones que utilicen combustible limpio podrán sobrepasar 1 tonelada el peso máximo autorizado o aumentar en 15 cm su longitud.

Es importante distinguir entre el concepto modular y el sistema modular:

El concepto significa simplemente que la Directiva 96/53/CE permite a los Estados miembros de la UE que se combinen las unidades de diferentes maneras "De acuerdo con un concepto modular". Esto significa que ni la longitud de 25,25 m ni el peso de 60 toneladas que fijo hace año Suecia,

están especificados en la directiva de la UE, estas dimensiones son regulaciones nacionales que se aplicaron en ciertos países.

El sistema significa que en los países que se aplica el concepto modular, se incorpora a un sistema logístico y se adapta a las condiciones locales. Existen requisitos especiales para estas combinaciones de vehículos, además de los requisitos estándar para los vehículos de 24 m.

La idea germen del concepto modular era poder combinar los remolques de países más restrictivos en cuanto a longitud del camión, para así poder llegar a los 24m o más que permitían en otros países y así con conductores extranjeros tendrían unas condiciones equitativas en estos países.

En algunos países europeos, se han limitado el uso del transporte modular a cierta red de carreteras y autovías específicas además de estar sujetos a normativas especiales en cuanto a mercancías, conductores...

3.4.1. Europa

Tanto los pesos como las dimensiones de los vehículos pesados son decisivos en muchos aspectos del transporte por carretera, como por ejemplo la seguridad vial, las maniobras de esos vehículos, o la eficiencia en los envíos.

La Directiva 1996/53/CE establece las dimensiones y pesos autorizados para los vehículos pesados que realicen tráficos internacionales entre países de la UE. Su última modificación, con fecha de 2002, fija la longitud máxima de los vehículos pesados en 18,75 m y su peso máximo en 44 t; aunque define que “los Estados miembros podrán autorizar la circulación en su territorio de: vehículos o conjuntos de vehículos destinados al transporte nacional de mercancías que no se ajusten a las dimensiones y pesos en ocasiones especiales. En virtud de esta cláusula, en gran parte de los países europeos se permite, además, que las cargas sobresalgan de los camiones entre uno y cuatro metros: en España se prohíbe que la carga sobresalga por delante del camión pero se permite que sobresalga 1,80 m por detrás; en el Reino Unido se permite que la carga sobresalga 2 m por delante y 2 m por detrás; mientras que en Dinamarca, Finlandia, Grecia, Luxemburgo y Suecia, en cambio, no se permite que la carga sobresalga en absoluto. En la tabla 3.1 y 3.2 tenemos todas las dimensiones y pesos máximos permitidos en los países europeos.



PAÍS	ALTURA	ANCHO	LARGO		
			CAMIÓN O TRAILER	TREN DE CARRETERA	VEHICULO ARTICULADO
Austria	4 m	2.55 m (3)	12 m	18.75 m	16.50 m
Azerbaijan	4 m	2.55 m	12 m	20 m	
Bélgica	4 m	2.55 m (3)	12 m	18.75 m	16.50 m
Bosnia-Herzegovina	4 m	2.55 m	12 m	18.75 m	16.50 m
Bulgaria	4 m	2.55 m	12 m	18.75 m	16.50 m
Croacia	4 m	2.55 m (3)	12 m	18.75 m	16.50 m
República Checa (4)	4 m	2.50 m (3)	16.50 m	18.75 m	18.75 m
Dinamarca	4 m	2.55 m (3)	12 m	18.75 m	16.50 m
Estonia	4 m	2.55 m (3)	12 m	18.75 m	16.50 m
Finlandia (1)	4.20 m	2.60 m (6)	12 m	25.25 m	16.50 m
Francia	no definido	2.55 m (3)	12 m	18.75 m	16.50 m
La FYROM	4.10 m	2.60 m	12 m	18.75 m	16.50 m
Georgia	4 m	2.55 m (3)	12 m	20 m	20 m
Alemania	4 m	2.55 m (3)	12 m	18.75 m	16.50 m
Grecia	4 m	2.55 m	12 m	18.75 m	16.50 m
Hungría	4 m	2.55 m (3)	12 m	18.75 m	16.50 m
Islandia	4.20 m	2.55 m (3)	12 m	22 m	18.75 m
Irlanda	4.65 m	2.55 m (3)	12 m	18.75 m (7)	16.50 m
Italia (2)	4 m	2.55 m (3)	12 m	18.75 m	16.50 m
Latvia	4 m	2.55 m (3)	12 m	18.75 m	16.50 m
Liechtenstein	4 m	2.55 m	12 m	18.75 m	16.50 m
Lituania	4 m	2.55 m (3)	12 m	18.75 m (4)	16.50 m
Luxemburgo	4 m	2.55 m (3)	12 m	18.75 m	16.50 m
Malta	4 m	2.55 m (3)	12 m	18.75 m	16.50 m
Moldova	4 m	2.50 m	12 m	20 m	16.50 m
Montenegro	4 m	2.50 m	12 m	18 m	16.50 m
Países Bajos (8)	4 m	2.55 m (3)	12 m	18.75 m	16.50 m
Noruega	no definido	2.55 m (3)	12 m	19.50 m	17.50 m
Polonia	4 m	2.55 m (3)	12 m	18.75 m	16.50 m
Portugal (2)	4 m	2.55 m (3)	12 m	18.75 m	16.50 m
Rusia	4 m	2.55 m (3)	12 m	20 m	20 m
Eslovaquia	4 m	2.55 m (3)	12 m	18.75 m	16.50 m
Eslovenia	4 m	2.55 m (3)	12 m	18.75 m	16.50 m
España	4 m	2.55 m (3)	12 m	18.75 m	16.50 m
Suecia	no definido	2.55 m (3)	24 m (5)	24 m (5)	25.25 m
Suiza	4 m	2.55 m (3)	12 m	18.75 m	16.50 m
Turquía	4 m	2.55 m (3)	12 m	18.75 m	16.50 m
Ucrania	4 m (9)	2.60 m	22 m	22 m	22 m
Reino Unido	no definido	2.55 m (3)	12 m	18.75 m	16.50 m

1. Para vehículos registrados en un país miembro de EEA
2. Los valores incrementados son aplicables para ciertos tipos de transportes (contenedores, porta vehículos, etc)
3. Vehículos de temperatura controlada = 2.60 m
4. Trenes de carretera especializados en transporte de vehículos: altura: 4.20 m, largo: 20.75 m
5. En teoría, pero en la práctica: 25.25 m en conformidad con la directiva 96/53/EC, Artículo 4
6. Trenes de carretera (largo total menos de 22m); ancho = 2.55 m desde el 01 de enero de 2010. Trenes de carretera (+ de 33m) y autobuses con un nuevo cuerpo de vehículo desde 1 de Octubre de 2004 en adelante; ancho = 2,55 m. Vehículos de temperatura controlada.
7. Puede estar permitido hasta 22 m sujeto a ciertas restricciones.
- 8a. En base a las condiciones especificadas en la EMS combinaciones deben tener máximo un lago de 25.25 m y un peso máximo de 60 tons.
- 8b. Transporte doméstico de contenedores de 45' es aceptado en combinaciones de vehículos (tractora - trailer y contenedor) con máximo de largo de 17.30 m. La máxima sobre dimensión del contenedor de la parte trasera no debe de exceder 0.60 m
9. Camiones portacontenedores = 4.35 m.

Tabla 3.1 Dimensiones máximas de camiones en Europa - International Transport Forum (ITF), 2010

La tabla adjunta muestra los pesos máximos en Europa: la primera columna indica la carga máxima que pueden transmitir las ruedas a la vía (con neumático doble o sin él), la segunda la carga máxima para el caso en que la rueda sea motriz y las siguientes se refieren a los camiones rígidos, a los trenes de carretera y a los vehículos articulados (3).

Aspectos Técnicos y Operativos del Incremento de la Longitud en Camiones | Fernando Javier Rivera Resina

PAÍS	PESO POR EJE RELACIONADO	PESO POR EJE CONDUCIDO	CAMIÓN 2 EJES	CAMIÓN 3 EJES	TREN DE CARRETERA 4 EJES	TREN DE CARRETERA 5 EJES Y MÁS	VEHICULO ARTICULADO DE 5 EJES Y MAS
Austria	10	11.5	18	26	36	40	40
Azerbaijan	10	10	18	24	36	42	44
Bélgica	10	12	19	26	39	44	44 (1)
Bosnia-Herzegovina	10	11.5	19	26	38	40	40
Bulgaria	10	11.5	18	26 (2)	36	40	40
Croacia	10	11.5	18	24	36	40	40
República Checa	10	11.5	18	26 (2)	36	44 (2)	42 / 48
Dinamarca	10	11.5 (3)	18	26 (2, 3)	38	42 / 48	42 / 48
Estonia	10	11.5	18	26 (2)	36 (4)	40 (5)	40
Finlandia (6)	10	11.5	18	26 (2)	36	44 / 60 (7)	42 / 48
Francia	13	13	19	26	38	40	40
La FYROM	10	11.5	18	24	31	40	40
Georgia	10	11.5			44	44	44
Alemania	10	11.5	18	26 (2)	36	40	40
Grecia	7 / 10	13	19	26	33	40	40
Hungría	10	11.5	18	25	30	40	40 / 44 (8)
Islandia	10	11.5	18	26 (2)	36	40	44
Irlanda	10	11.5 (9)	18	26 (2)	36	44 (2)	44 (2)
Italia	12	12	18	26 (2)	40	44	44
Latvia	10	11.5	18	26 (2)	40	40	40
Liechtenstein	10	11.5	18	26	36	40	40
Lituania	10	11.5	18	26 (2)	36	40	40 / 44 (10)
Luxemburgo	10	12 (11)	19	26	44	44	44
Malta	10	11.5	18	25	36	40	40 / 44 (8)
Moldova	10	10	18	24	36	40	40
Montenegro	10		16	24	36	40	40
Países Bajos (12)	10	11.5	21.5	33	40	50	50
Noruega	10	11.5	19	26	37	42	44
Polonia	10	11.5	18	26 (2)	36	40	40
Portugal (4)	10	12	19	26	37	40	40
Rusia	10	10	18	25 (2)	36	38	38
Eslovaquia	10	11.5	18	26 (2)	36	40	40
Eslovenia	10	11.5	18	26 (2)	36	40	40
España	10	11.5	18	26	36	40	44 (13) / 42 (14)
Suecia	10	11.5	18	26 (2)	38	48 / 60 (10)	48 / 60 (10)
Suiza	10	11.5	18	26 (2)	36	40	40
Turquia	10	11.5	18	25 / 26 (16)	36	40	40 / 44 (10)
Ucrania	11	11	16 (17)	22 (17)	38 (17)	38 (17)	38 (17)
Reino Unido	10	11.5	18	26 (2)	36	40 (18)	40 / 44 (10, 18)

1. Tractora de 2 ejes + semi trailer de 3 ejes: con suspensión mecánica = 43t; con suspensión neumática = 44t
2. Con suspensión de aires o similar
3. Peso por eje conducido: tráfico nacional = 10t, tráfico internacional = 11.5t; camiones 3 ejes: tráfico nacional = 24t; tráfico internacional = 26t
4. Tractora de 3 ejes + trailer de 1 eje = 35t
5. Tractora de 3 ejes y más + trailer de 3 ejes y más = 44t
6. Para vehículos registrados en un país miembro de EEA
7. 5 ejes = 44t; 6 ejes = 56t; 7 ejes = 60t
8. 44t es aplicable para contenedores de 40' ISO
9. Peso por eje conducido: con suspensión mecánica (tráfico nacional) = 10.5t; carretera de suspensión amiga (tráfico nacional) = 11.5t; tráfico internacional = 11.5t
10. Para vehículos comprometido en transporte combinado
11. Peso por eje conducible: suspensión mecánica = 11.5t
12. En base a las condiciones especificadas el la EMS las combinaciones de lago máximo 25.25 m y la masa máxima 60t
13. Tractora de 3 ejes con semitrailer de 2 o 3 ejes llevando un contenedor de 40' ISO como operación de transporte combinado
14. Tractora de 2 ejes con semitrailer de 3 ejes llevando un contenedor de 40' ISO como operación de transporte combinado
15. 5 ejes = 48t; 6 ejes = 58t; 7 ejes = 60t
16. Con las condiciones permitidas en regulación por tipo de aprobación
17. Portacontenedores de 2 ejes = 18t; 3 ejes = 24t; trenes de carretera de 4 ejes, 5 ejes y más y vehículos articulados de 5 ejes y más = 44t; portacontenedores con licencia para los servicios de autopista de Ucrania y la inspección del departamento de tráfico: trenes de carretera y vehículos articulados de 5 eje y más = 46t
18. Por operación general a 44t, al menos se requieren 6 ejes, el eje conducido no puede exceder de 10.5t y tiene que tener doble rueda / carretera de suspensión amiga. Los vehículos que no tengan suspensión amiga en los ejes conducidos tiene que tener doble rueda y el peso máximo no puede exceder 8.5t. Cada parte de la combinación tiene que tener por lo menos 3 ejes y el trailer tiene que tener suspensión amiga.

Tabla 3.2 Pesos máximos de camiones en Europa - International Transport Forum (ITF), 2010

3.4.1.1. Evolución de las dimensiones máximas autorizadas en Europa

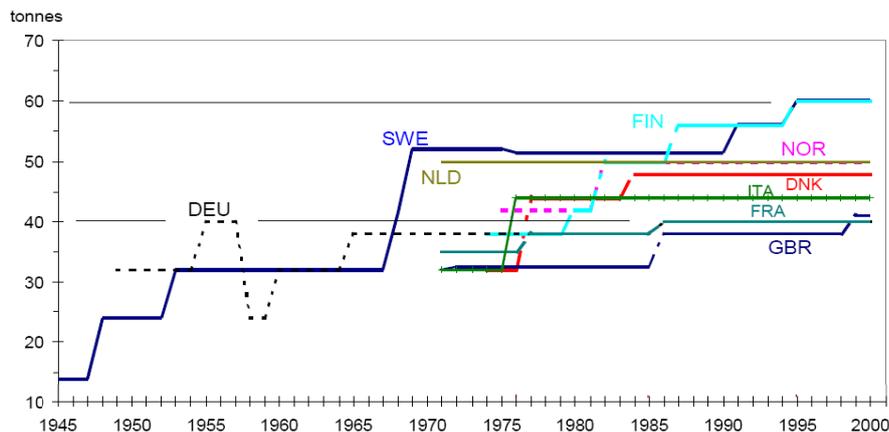
Europa es un continente densamente poblado, con restricciones técnicas viales condicionadas por la orografía, la historia, etc. Reducir el número de camiones en las carreteras europeas se ha convertido en un

objetivo político. Una de las posibles soluciones para lograr este objetivo es el aumento de la eficiencia del transporte.

Esto se puede lograr aplicando varias estrategias complementarias:

- más eficiencia en la logística y aprovechamiento de la capacidad de carga,
- mejora de algunas infraestructuras,
- más uso del transporte combinado, y
- más eficiencia de cada modo de transporte (en carretera, camiones más largos, de más peso y más inteligentes, porque cada tonelada o metro cúbico adicional en el remolque se traduce en menores costes unitarios).

En las últimas décadas la masa máxima admisible de los camiones en los países europeos ha crecido de 10 a 30 t, es decir, un 150% (Gráfica 3.1). Una tendencia similar se puede observar en el aumento en la longitud máxima permitida.



Gráfica 3.1 Evolución carga permitida con el paso del tiempo - Lumsden_2004

Actualmente, las masas y dimensiones de los camiones en el transporte internacional por carretera europeo están reguladas por la Directiva 96/53/CE. Pese a los intentos de cambiarla, se ha mantenido en vigor, ligeramente modificada, desde el año 1996 y permite a los estados autorizar vehículos destinados al transporte de mercancías más largos y más pesados (HCV) para experimentos en su territorio nacional, “siempre que no afecten a la competencia internacional en el sector del transporte, si se llevan a cabo durante un período de prueba y que los estados miembros que lleven a cabo estos experimentos informen a la Comisión Europea”. Esto abre la puerta a la experimentación, pero sólo a nivel nacional.

La Directiva no permite otorgar licencias para HCV, pero permite las exenciones. Por lo tanto, para apartarse de los requisitos legales y utilizar un HCV, una empresa de transporte necesita una exención especial, sujeta a ciertas condiciones.

3.4.1.2. Suecia

Las combinaciones de vehículos de gran longitud tienen una larga historia en Suecia, y no había límite de longitud de los conjuntos de vehículos antes de 1968. Muchos eran de 30 m y más largos. La longitud común para los vehículos de largo recorrido era sin embargo de 24 m, y la combinación más común era camión y remolque completo. En 1972 la longitud total máxima autorizada se fijó en 24 m.

Durante los 80 y los 90 gracias a la colaboración con Volvo y a la entrada en vigor de normativas europeas si avanzo mucho en la estandarización de este tipo de transportes, en 1997, el concepto modular se introdujo tanto en Finlandia como en Suecia. Las normas suecas y finlandesas estaban muy bien armonizadas. Esta fue la primera implementación del concepto modular. En 2015 en Suecia, la longitud se fijó en un máximo de 30 m y el peso máximo en 90 toneladas.

3.4.1.3. Reino Unido y Francia

Como podemos ver en la tabla, ni Reino Unido ni Francia tienen altura máxima para sus camiones, es cierto que el camión más habitual que circula por sus carreteras es de 4 metros de altura, similar al de la mayoría de zonas de Europa Central, pero también pueden verse camiones de 4,95 metros.

En cuanto al peso, el máximo es de 44 toneladas para semirremolques de 3 ejes con cabezas tractoras de tres ejes también.

La longitud del trailer y de los vehículos combinados serán distintas en función del uso que se vaya a dar, pero sin superar los 18,75 metros máximos para para vehículos combinados.

3.4.1.4. Italia

En Italia las dimensiones y pesos máximos son similares a España, pero la ANFIA (Asociación Nacional del Sector de la Industria Automotriz) está haciendo llevando a cabo el Progetto Diciotto.

Este proyecto consiste en llevar la longitud estándar de los camiones, de los 16,5m hasta los 18 m, acercándose así a los 18,75 de los vehículos combinados. (Ilustración 3.9)



Ilustración 3.9 Diciotto Vs Camión 16,5m - ANFIA Progetto DICIOTTO

3.4.1.5. *Finlandia*

Como hemos visto en el punto anterior con el caso de Suecia, Finlandia ha ido años por delante del resto de Europa en lo que a transporte por carretera se refiere.

Actualmente en Finlandia, los camiones pueden tener una masa máxima de 76 toneladas y repartidos siempre al menos en 4 ejes. Además, para poder cargar ese peso, el 65% del peso del remolque debe estar apoyado en un eje con neumáticos dobles. (Griffini, 2015).

En Finlandia está permitido el tránsito de todos los demás vehículos de la Unión Europea y del Espacio Económico Europeo. (Centre for Economic Development, Transport and the Environment, 2013).

3.4.2. Fuera de Europa

3.4.2.1. *Australia*

Hay un gran número de varios tipos de combinación, A-doble, A-triples, B-dobles, B-dobles, B-triples y una mezcla de todos los que son conducidos con permiso especial (ilustración 3.10). Las más largas son más de 50 m de largo y pesan más de 100 t. Se montan en emplazamientos especiales de varias otras combinaciones de vehículos y se conducen en áreas remotas. El largo más común que se conduce sin restricciones en la mayoría de las carreteras es un B-doble. El tractor tiene dos ejes motrices y el número total de ejes es de nueve. No hay margen en absoluto para una distribución desigual de la carga.

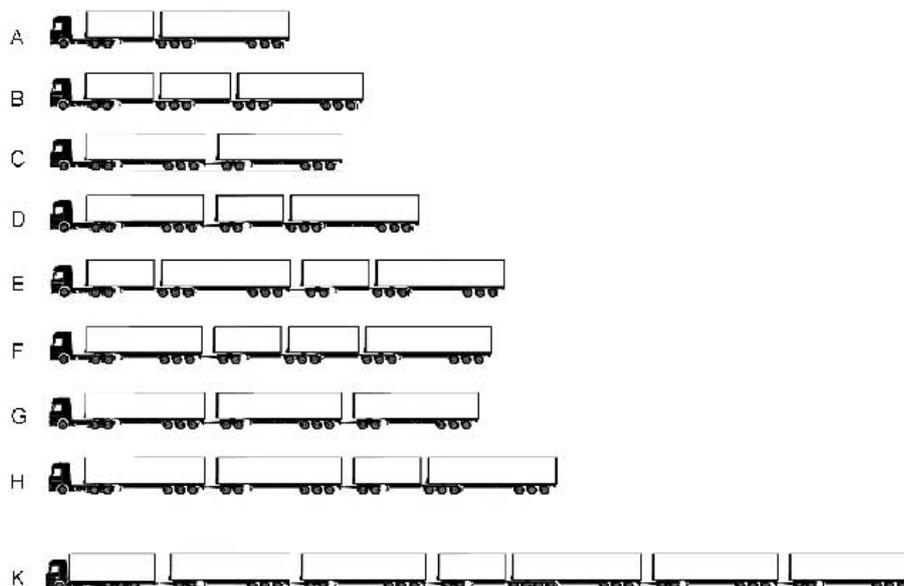


Ilustración 3.10 Posibles combinaciones en Australia - AurellWadman, 2007

3.4.2.2. Canadá

Frecuentemente se producen combinaciones de vehículos largas. También hay doble-A y doble- B como doble- C. Todos tienen la misma longitud, pero el peso bruto combinado varía con el número de ejes. Una combinación B-doble es la más pesada y tiene ocho ejes. El tractor tiene dos ejes motrices. En este caso no hay margen para una distribución desigual de la carga. El valor más bajo para la carga del eje direccional se aplica a los tractores y el más alto a los rígidos.

3.4.2.3. Sudáfrica

Hay una combinación de vehículos larga y esta es una B-doble (Ilustración 3.11). El tractor tiene dos velocidades y la combinación de vehículos tiene en total siete ejes. Existe un cierto margen de maniobra para distribución desigual de la carga.



Ilustración 3.11 Camión B-doble sudafricano - <https://www.motorpasion.com>

3.4.2.4. Brasil

La combinación de vehículos largos más común es un B-doble. Utiliza un tractor de tres ejes con dos ejes motores, en total son 7 ejes (Ilustración 3.12). No existe margen para una distribución desigual de la carga.



Ilustración 3.12 Camión B-doble brasileño - <https://www.motorpasion.com>

3.4.2.5. EE.UU.

La longitud total no está regulada, sino sólo la longitud de carga. Las combinaciones de vehículos largas no se utilizan en el tráfico interestatal. Los diferentes estados tienen sus propias regulaciones. Se combinan de semirremolques de diferentes longitudes estandarizadas. Las combinaciones de vehículos más típicas son RMD, TPD y TRPL (Ilustración 3.14)

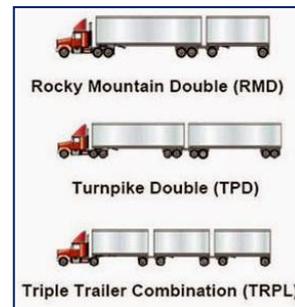


Ilustración 3.13 Configuraciones EE.UU. - Barton, 2006

3.4.2.6. Nueva Zelanda

Se utilizan frecuentemente combinaciones de vehículos más largas que en Europa. Se utilizan tanto los doble-A como los dobles-B, así como las combinaciones de camión y remolque completo. Se necesitan dos ejes motrices para GCW de más de 39 t. El tipo de combinación más popular es el B-doble con ocho ejes. Tiene un muy buen margen para una distribución desigual de la carga.

3.4.2.7. México

México permite combinaciones de hasta 31 m y 66,5 toneladas en ciertas carreteras. Las dimensiones y pesos dependen del tipo de carretera y de la configuración del vehículo y se controlan mediante la carga total por eje y la fórmula relacionada con los puentes (Quintero Pereda, 2017):

$$PBV = 870 * \left[\frac{N * DE}{N - 1} + (N * 3,66) + 11 \right]$$

- **PBV:** Peso Bruto del vehículo (kg).
- **N:** N° de ejes.
- **DE:** Distancia que hay entre el centro del eje situado más adelante y el centro del eje más atrasado (m).

El ancho máximo permitido es de 2,60 metros y la altura máxima permitida es de 4,25.



4. Resumen de estudios e informes



En este capítulo se analiza la documentación realizada por distintos organismos e instituciones relacionada con el análisis de las dimensiones y los comportamientos estáticos y dinámicos de diferentes conjuntos de transportes.

Aunque ha sido necesario revisar más de 90 documentos entre los que se encuentran artículos informes tanto de empresas privadas como organismos públicos, de todos ellos, en este capítulo se muestra una ficha resumen de los 18 más significativos por estar relacionados con el objeto del TFM. En el anexo se pueden encontrar otras 33 fichas resumen de otra documentación que también ha sido de ayuda para la realización del TFM.

Título: Longer and Heavier Vehicles	Fecha: ene-09
	Lugar de edición: España
Subtítulo: An overview of technical aspects	Publicación: JRC Scienific and Technical Reports
Colaboradores:	Nº Pags: 49
	Autor: Guillaume Leduc
Palabras clave:	
Resumen: La Comisión Europea está analizando el impacto de una posible introducción en toda la UE de vehículos más largos y pesados de hasta 25,25 m y un peso de hasta 60 toneladas. Se espera que estos vehículos mejoren la eficiencia del sector del transporte de mercancías por carretera, pero es preciso analizar más a fondo su impacto en el medio ambiente, las infraestructuras y la seguridad. Este documento analiza cómo este incremento de longitud afecta al consumo energético, al deterioro de las infraestructuras y a la seguridad de estos camiones. Para ello presta especial atención a la importancia de la carga y de la aerodinámica, a la distribución de la carga entre los ejes y a las nuevas tecnologías que pueden hacer a los camiones más seguros.	



Título: Improved Performance of European Long Haulage Transport	Fecha: feb-02
	Lugar de edición: Suecia
Subtítulo:	Publicación: TFK
Colaboradores:	Nº Pags: 39
	Autor: Haide Backman Rolf Nordström
Palabras clave:	

Resumen:

Este estudio muestra que el concepto modular cambiará y mejorará el sistema logístico en el continente europeo. Para llenar la capacidad de carga adicional, se llevará a cabo una cooperación entre transportistas y transitarios. Las unidades de carga para el destino previsto pueden ser intercambiadas entre empresas. En el estudio se utilizaron datos de transporte auténticos como base para los análisis. El coeficiente de utilización establecido de las unidades de carga se aplicó como restricción en los principales análisis del efecto del concepto modular. En la práctica, esto significa que se reorganizaron las unidades de carga, pero no la carga. Por término medio, la reducción del número de viajes fue de aproximadamente el 32 %, el consumo de combustible se redujo en aproximadamente el 15 % y el ahorro de costes en torno al 23 %. Además, el NOx se reduciría en un 15 % aproximadamente. La variación de los resultados de las empresas estudiadas es pequeña.

En el informe también se describe la ventaja resultante en relación con los aspectos medioambientales, la congestión, el desgaste de las carreteras y la seguridad vial. En el Libro Blanco de la UE "La política europea de transportes de cara al 2010: la hora de la verdad", se estima que el transporte de mercancías por carretera en Europa aumentará al menos un 38 por ciento hasta 2010. Se consideró que este era el resultado aunque se aplicaran todas las medidas enumeradas para aumentar la cuota de mercado del transporte ferroviario y marítimo. Es fundamental mejorar la eficiencia en todos los modos de transporte. Nuevas formas más eficientes de combinar los módulos de transporte ya existentes podrían ser una de las soluciones para mejorar el sistema de transporte de mercancías por carretera y reducir sus costes sociales. También se convertirá en una herramienta para limitar el crecimiento del producto del tráfico rodado.

Título: Progetto DICIOTTO	Fecha: Lugar de edición:
Subtítulo: Piano per la sperimentazione di complessi veicolari da 18 metri	Publicación: ANFIA: Associazione Nazionale Filiera Industria Automobil
Colaboradores: Ministerio delle infrastrutture e dei trasporti; IVECO; Società di autotrasporto	Nº Pags: 14 Autor:
Palabras clave:	
Resumen: Este documento describe las principales características del proyecto DICIOTTO, la experimentación propuesta por la ANFIA para evaluar el rendimiento de los nuevos complejos de vehículos con una longitud total máxima de 18 m. El experimento involucra a los Asociados de ANFIA y a algunos transportistas que utilizarán en su propio entorno empresarial y para operaciones de transporte a nivel nacional, un número definido de configuraciones de vehículos de 18 m con el objetivo de verificar su conveniencia económica, eficiencia, manejabilidad, maniobrabilidad y seguridad en comparación con las configuraciones convencionales de vehículos de 16,5 m. El objetivo del ensayo sobre el terreno es confirmar con elementos objetivos las ventajas de la de vehículos de 18 m. También proporcionará datos útiles para contribuir al debate sobre la aplicación de los nuevos requisitos comunitarios en materia de masas y dimensiones. El documento recoge detalles sobre aspectos específicos del proyecto, en particular: proporciona una descripción general del juicio; recopila información sobre la metodología de análisis utilizada para evaluar el impacto de la configuración que se está estudiando en la productividad de las empresas de y definir el juicio sobre la maniobrabilidad y la compatibilidad con la infraestructura vial; describe la hipótesis sobre el procedimiento de autorización del ensayo y contiene una primera hipótesis del plan de comunicación del proyecto.	



Título: Comparison of the performance of heavy vehicles Results of the OECD study: 'Moving	Fecha: 2012
	Lugar de edición: Alemania
Subtítulo:	Publicación: ScieciDirect
Colaboradores:	Nº Pags: 16
	Autor: K-P Glaesera A Ritzingerb
Palabras clave:	
Resumen: Este documento presenta y discute los resultados demostrados por diez de los vehículos investigados en el estudio de la OCDE. Nueve de cada diez vehículos representan a los actuales y posibles futuros vehículos de transporte de mercancías para Europa, y fueron seleccionados porque tienen una importancia particular dado el debate actual en Europa sobre el aumento de las masas y el peso de los vehículos de transporte de mercancías. Además, se incluyó un vehículo australiano "tren de carretera", ya que representa una de las combinaciones de vehículos más largas y pesadas a las que se permite el acceso en todo el mundo, y es útil para fines comparativos.	

Título: Safety, Productivity, Infrastructure Wear, Fuel Use and Emissions Assessment of the	Fecha: ago-10
	Lugar de edición: OECD
Subtítulo:	Publicación: International Transport Forum
Colaboradores:	Nº Pags: 116
Palabras clave:	Autor: Jhon Woodrooffe, Matthieu Bereni, Anthony Germanchev, Peter Eady, Klaus-
Resumen: Este informe completa el informe de la ITF/OCDE Moving Freight with Better Trucks (Moviendo la carga con mejores camiones), proporcionando información completa sobre el estudio de evaluación comparativa del rendimiento realizado para 39 camiones en los países de la OCDE/ITF. Todos los vehículos examinados están destinados a un transporte de larga distancia. Las tres categorías de vehículos son vehículos de trabajo, vehículos de mayor capacidad y vehículos de muy alta capacidad. Este informe describe la metodología y presenta los resultados detallados del ejercicio de evaluación comparativa. Las medidas de rendimiento examinadas incluyen el rendimiento de la seguridad dinámica de los vehículos, la eficiencia energética, la eficiencia de CO2, el impacto en la infraestructura y las medidas de productividad del transporte de mercancías.	



Título: The effects of long and heavy trucks on the transport system. Report on a government	Fecha: jun-05
	Lugar de edición:
Subtítulo:	Publicación: vti
Colaboradores: Ministry of Enterprise, Energy and Communications	Nº Pags: 92
	Autor: Inge Vierth
Palabras clave:	Håkan Berell John McDaniel
Resumen: En Suecia se permiten camiones de hasta 25,25 metros de longitud y 60 toneladas de peso en el tráfico nacional. Esto se aparta de la norma de la UE, según la cual los camiones no deben tener una longitud superior a 18,75 metros ni pesar más de 40 toneladas. El Ministerio de Empresa, Energía y Comunicaciones ha encargado a VTI que estudie las consecuencias económicas que esta desviación ha tenido para Suecia y que describa la interfaz de competencia entre el transporte por carretera y el transporte ferroviario. Se han calculado los efectos sobre los costes de transporte para las empresas, las emisiones de gases de escape y de ruido, el desgaste de las carreteras, los retrasos para los conductores y la seguridad vial. Una gran parte del transporte de mercancías por carretera se realiza con vehículos que superan las normas de la UE. La reducción del tamaño de los vehículos provocaría grandes pérdidas económicas. Los costes de transporte aumentarían en particular, pero también se produciría un aumento significativo de los costes en los ámbitos de la seguridad vial, las emisiones de gases de escape y las emisiones sonoras. En el estudio se observa que es difícil, al menos a corto plazo, realizar transferencias entre la carretera y el ferrocarril. Esto se debe, en parte, al elevado índice de utilización de la capacidad ferroviaria.	

Título: A review of megatrucks	Fecha: jun-05
Subtítulo: Directorate - General for Internal policies	Lugar de edición: Transport an Tourism UE
Colaboradores:	Nº Pags: 92
Palabras clave:	Autor: Inge Vierth Håkan Berell John McDaniel
Resumen: Este estudio proporciona un análisis de las pruebas actuales sobre los vehículos pesados y de mayor longitud y el impacto potencial de permitir el uso de estos "megatráileres" en toda la UE, como es el caso de Finlandia y Suecia, que ya permiten el uso de estos vehículos en el tráfico normal. Se basa en una revisión bibliográfica de investigaciones destacadas en este campo, así como en estudios de casos que examinan las experiencias de los vehículos industriales ligeros en los cinco Estados miembros en los que están autorizados o probados. Además, analiza los datos estadísticos disponibles y considera el impacto de "Megatrucks" en relación con los objetivos de la UE en materia de seguridad vial y emisiones de gases de efecto invernadero.	



Título: European Modular System for road freight transport – experiences and possibilities	Fecha: feb-17
	Lugar de edición:
Subtítulo:	Publicación: TFK
Colaboradores:	Nº Pags: 97
	Autor: Ingemar Åkerman Rikard Jonsson
Palabras clave:	
Resumen: El objetivo de este estudio era evaluar las experiencias de los transportistas suecos y finlandeses en el uso del Sistema Modular Europeo, SGA, que implica que Suecia y Finlandia utilicen un sistema más largo de vehículos más pesados (LHV's). En resumen, EMS consiste en el semirremolque más largo, con una longitud máxima de 13,6 m, y el portacargas más largo según la clase C, con una longitud máxima de 7,82 m, permitida en la UE. El resultado son combinaciones de vehículos de 25,25 m. La longitud máxima dentro del resto de Europa es de 18,75 m. Así, utilizando vehículos industriales ligeros, el volumen de tres combinaciones de la UE pueden transportarse mediante dos combinaciones de EMS. Este estudio indica que el uso de vehículos industriales ligeros de acuerdo con los EMS tiene un efecto positivo en la economía y el medio ambiente, sin afectar negativamente a la seguridad vial. Los transportistas suecos tienen la posibilidad de utilizar los tradicionales trenes de carretera de 24 m o 25,25 m LHV's según EMS para transportes de larga distancia nacional. En base a la experiencias de uso de EMS las combinaciones de vehículos son en su mayoría positivas. Los LHV's según EMS implican un aumento de carga superficie. Desde el año 2000, los Países Bajos han estado llevando a cabo ensayos con LHV según EMS. Los ensayos holandeses indican claramente que es posible operar con vehículos industriales ligeros en una red de carreteras limitada lograr un gran número de efectos positivos en materia de seguridad vial, medio ambiente y economía. En la actualidad, el transporte de mercancías por carretera representa aproximadamente el 45 % del total de los transportes (toneladas-km) en el interior de la UE la cantidad de mercancías transportadas aumentarán un 55% a partir del año 2000-2020. Los vehículos LHV según EMS son una forma de tratar este problema.	

Título: Innovar en la gestión de la interacción vehículo pesado- carretera	Fecha: dic-11 Lugar de edición:
Subtítulo:	Publicación: Ministerio de Fomento
Colaboradores:	Nº Pags: 102 Autor: Fundación CETMO
Palabras clave:	
Resumen: Este documento hace una revisión de documentación relacionada con los vehículos de grandes dimensiones estudiando aspectos condicionantes de los vehículos, de la circulación y de la carretera. Para ello recopila información sobre normativa, dimensiones y masas autorizadas, capacidades de las vías, deterioro de estas con los camiones, estudio de la congestión y sus consecuencias, influencia del transporte mixto...	



Título: The longer and heavier vehicle debate: A review of empirical	Fecha: sep-15
	Lugar de edición:
Subtítulo:	Publicación: ELSEVIER
Colaboradores:	Nº Pags: 18
	Autor: Vasco Sanchez Rodrigues, Maja Piecyk, Robert Mason , Tim Boenders
Palabras clave: Longer Heavier Vehicles (LHVs) Megatrucks	
Resumen: El presente documento tiene por objeto evaluar los posibles efectos de la implementación de vehículos pesados más largos (LHVs) desde la perspectiva de los proveedores de servicios logísticos (LSPs). La investigación consiste en seis estudios de caso y una encuesta a empresas que participaron en ensayos sobre vehículos industriales ligeros en Alemania. La introducción más amplia de los vehículos industriales ligeros es cada vez más exigida para que el transporte de mercancías por carretera puede servir y apoyar mejor a las cadenas de suministro modernas a la vez que se logra el objetivo deseado. avances en ecoeficiencia. La bibliografía disponible sobre vehículos industriales ligeros hace especial hincapié en cinco factores que deben incluirse en la evaluación de su impacto: la eficiencia energética, Emisiones de CO2, costes, seguridad e infraestructura. La investigación proporciona una visión original y estudio empírico innovador que perfecciona y valida el marco conceptual actual de la mayoría de las empresas que participaron en nuestro estudio, independientemente de su tamaño, estaban interesadas en la adopción de LHVs. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que una limitación clave de la investigación es que al centrarse en un caso de un solo país, la naturaleza y la escala de las conclusiones pueden no reflejan la práctica en otros países y sectores. También es necesario examinar la sostenibilidad a largo plazo de las mejoras realizadas.	

Título: Estudio y comparación de la maniobrabilidad y manejo de vehículos articulados de varios	Fecha:
	Lugar de edición: University of Seville, Spain
Subtítulo:	Publicación:
Colaboradores:	Nº Pags: 7
	Autor: Francisco Morales Sanchez
Palabras clave:	
Resumen: Este trabajo estudia la maniobrabilidad y manejo de vehículos articulados de varios países (con maniobrabilidad se entiende maniobras en baja velocidad y el manejo para alta). Conocer bien y poder controlar la dinámica de los vehículos industriales es fundamental para la seguridad. Los vehículos articulados compuestos por un tractor – semiremolque tienen un problema de estabilidad lateral que no existe en los vehículos sin articulación y puede tener como consecuencia efectos como oscilaciones del semiremoque y/o la “tijera”. Estos efectos adversos se pueden evitar con un buen diseño y sobre todo con un buen reparto de la carga. Este artículo trata en primer lugar de comparar camiones de varios países analizando las ventajas y desventajas de cada uno de ellos. En segundo lugar, a través de un modelo de simulación desarrollado en ADAMS, se estudiará una maniobra estándar para comparar la estabilidad de estos vehículos.	



Título: Truck Masses and Dimensions - Impact on Transport Efficiency	Fecha:
	Lugar de edición: Gothenburg, Sweden
Subtítulo:	Publicación: Chalmers University of Technology
Colaboradores: Department of Logistics and Transportation	Nº Pags: 28
	Autor: Kenth Lumsden
Palabras clave:	

Resumen:

El transporte por carretera se está desarrollando rápidamente debido al desarrollo de la sociedad y la logística. Las mercancías y las distancias de transporte también están aumentando. El transporte por carretera será el modo dominante también en el futuro. Por lo tanto, el problema de la congestión debe ser atacado. El transporte por carretera debe ser más eficaz.

Hay varias maneras de hacerlo, y todas ellas son necesarias:

- Logística más eficiente - Modos de transporte más eficientes, camiones más largos y pesados, etc.- Mejor infraestructura - Camiones más inteligente - Más transporte combinado

El aumento del tamaño de los camiones tendrá un impacto en varios aspectos, todos los cuales deben ser analizado a fondo, independientemente de si el aumento sería sólo añadir una longitud de 1-2 metros o sustancialmente más, o aumentando la altura o el peso:

- Eficiencia de los camiones, debido a que se necesitan menos camiones para una cantidad determinada de mercancías, y sobre todo porque la mayoría de los transportes de larga distancia son sensibles al volumen.
- Utilización de la carretera, ya que se necesitarán menos camiones para una cantidad dada de mercancías.
- Medio ambiente, ya que se reducirá el consumo de combustible por tonelada-kilómetro.
- Seguridad, tanto activa como pasiva, en la que se necesitan más análisis para el impacto, por ejemplo, la estabilidad al volante, los adelantamientos, el frenado, la trayectoria de barrido, el riesgo de colisión y educación vial.

Título: Simulation of complex articulated commercial vehicles for different driving manoeuvres	Fecha:
	Lugar de edición:
Subtítulo:	Publicación: Eindhoven University of Technology
Colaboradores:	Nº Pags: 90
	Autor: Isiklar, Guven
Palabras clave:	
Resumen: <p>Los vehículos comerciales más largos y pesados (llamados LHV's) se utilizan para el transporte de mercancías debido a sus ventajas económicas como la reducción del consumo de combustible y el aumento del transporte de carga por conductor. El Ministerio holandés de Transporte, Obras Públicas y Gestión del Agua ha llevado a cabo un experimento de seguimiento con vehículos industriales ligeros en las carreteras durante el período comprendido entre mediados de 2004 y noviembre de 2006. Este experimento incluye a los vehículos industriales ligeros, que son más largos y pesados que los permitidos actualmente en los Países Bajos sin autorización. Sólo se permite el uso de los vehículos industriales ligeros en los Países Bajos. En esta tesis se investiga el comportamiento dinámico y la estabilidad de estos vehículos y se compara con el vehículo de referencia (tractor-semirremolque). El objetivo principal de esta tesis es ampliar la biblioteca existente en SimMechanics/Matlab y simular el rendimiento de los vehículos industriales ligeros para diferentes maniobras de conducción. Las dimensiones geométricas, la masa y la inercia del camión y del remolque se recogen a partir de investigaciones anteriores. Los parámetros de referencia para cada unidad se especifican para poder construir diferentes tipos de camiones/remolques. Tras completar la biblioteca, se desarrolla un modelo de simulación de cada tipo de vehículo para analizar el comportamiento de las diferentes maniobras. Sobre la base de un estudio bibliográfico, se ha decidido que el ancho del trayecto de barrido, el desvíos a baja velocidad y el desvíos a alta velocidad son medidas de rendimiento cruciales. Estas medidas se calculan para cada tipo de vehículo en</p>	



Título: Vehicle combinations based on the modular concept	Fecha: ene-07
	Lugar de edición:
Subtítulo: Background and analysis	Publicación: Nordiska Vägtekniska Förbundet
Colaboradores: Volvo Trucks	Nº Pags: 64
	Autor: John Aurell Thomas Wadman
Palabras clave:	
Resumen: El presente informe describe la evolución de los pesos y dimensiones de los vehículos pesados Europa. Ilustra los antecedentes del concepto modular (EMS) y explica las ventajas del concepto modular. El informe proporciona un análisis exhaustivo del rendimiento de un gran número de tipos de combinaciones de vehículos convencionales y modulares.	

Título: Efecto de la implantación del vehículo de 25,25 y 60 Ton. en España	Fecha: nov-11
	Lugar de edición: Madrid
Subtítulo: Balance del incremento de las dimensiones y capacidad de carga máximas de los vehículos pesados de transporte	Publicación: Centro de investigación de transporte Madrid
Colaboradores:	Nº Pags: 141
Palabras clave:	Autor: A. Ortega J.M. Vassallo P.J. Pérez-Martínez
Resumen: Este trabajo estudia los impactos del posible incremento de la MMA a fin de servir de base para la toma de decisiones futuras y la implementación de una nueva legislación que permita el uso de camiones con mayores dimensiones. El trabajo incluye previsiones de los beneficios que se obtendrían de incrementar la MMA. Los primeros capítulos del estudio analizan el transporte de mercancías por carretera actual, destacando el desarrollo reciente del sistema español de transporte de mercancías, así como la evolución de la legislación española referente a las cargas máximas autorizadas por los vehículos industriales de mercancías. En esta primera parte del estudio se analizan también las experiencias internacionales de restricciones de carga en camiones y se compara la situación española actual con otros estudios relativos al tamaño de camiones y límites de pesos. En la segunda parte del estudio se analizan todos los posibles efectos de los vehículos de 60 toneladas en las carreteras españolas. Seguidamente se realizan unas previsiones de demanda basadas en la evolución reciente de la movilidad de mercancías, para finalmente hacer un Análisis Coste Beneficio sobre unos determinados corredores. Estos resultados han sido verificados por la realización de unas pruebas con vehículos de 60 Toneladas en las pistas de ensayo del INTA.	



Título: Longer and/or Longer and Heavier Goods Vehicles (LHVs)	Fecha: 2008
	Lugar de edición: Reino Unido
Subtítulo: A Study of the Likely Effects if Permitted in the UK: Final Report	Publicación: TRL
Colaboradores:	Nº Pags: 332
	Autor: I. Knight W. Newton A. McKinnon
Palabras clave:	
Resumen: Este documento recoge los motivos por los que ha aumentado el interés en el sector del transporte de mercancías por carretera, tanto en el Reino Unido como en otros lugares de Europa en los vehículos de grandes dimensiones. A la luz de esto, y del trabajo de la Comisión Europea, el Departamento de Transporte del Reino Unido (DfT) decidió llevar a cabo una mejor investigación para informar a la formulación de políticas. TRL, en colaboración con el Centro de Investigación Logística de Heriot-Watt University, fue designado para llevar a cabo esta investigación - una evaluación formal de los probables efectos combinados sobre la seguridad vial, el entorno atmosférico y construido, y la eficiencia del transporte de mercancías, incluyendo los efectos sobre otros modos de transporte que no sean el transporte por carretera, en el caso de que se permitieran en el Reino Unido diferentes tipos de vehículos de transporte de larga distancia por encima de los límites actuales de peso y/o dimensiones. Esto implicó la evaluación de una amplia variedad de factores, incluyendo pero no limitado a: <ul style="list-style-type: none">- demanda potencial para las operaciones de LHV- eficiencia económica de dichas operaciones- el efecto en otros modos de transporte de mercancías y el impacto potencial de la generación de tráfico de mercancías- efecto sobre la frecuencia y la distancia de los movimientos de los vehículos- efecto sobre la seguridad y los accidentes- cambios en las emisiones de los vehículos y en el medio ambiente- efectos en la infraestructura- efectos en los conductores	

Título: Efecto de la cantidad de carga en el consumo de combustible en camiones	Fecha: 2012
	Lugar de edición: Medellín
Subtítulo:	Publicación: Universidad Nacional de Colombia
Colaboradores:	Nº Pags: 145
	Autor: John Jairo Posada Henao
Palabras clave: consumo de combustible, carga, peso de vehículo, camión, diseño de	
Resumen: La tesis aborda el estudio del consumo de combustible en vehículos tipo camión operando en régimen de flujo libre, que es el que se encuentra típicamente en las carreteras en ambiente rural. Sobre este tema se han hecho estudios en diferentes lugares del mundo con los que se han obtenido modelos para predecir del consumo de combustible bajo ciertas condiciones de operación considerando principalmente aspectos relativos a la geometría de la carretera, pavimento, tráfico, y el mismo tipo de vehículo. La velocidad del vehículo y la pendiente de la carretera son elementos que afectan el consumo de combustible para cualquier vehículo, y son fundamentales para determinar su costo de operación; estos dos componentes están vinculados entre sí, y a su vez con la cantidad de carga, especialmente para los camiones, que les limita la velocidad para ciertas pendientes por la exigencia de potencia que se genera. Esto es de especial atención en carreteras con pendientes longitudinales medias y altas ya que provocan aumento en el consumo de combustible. El desarrollo de la investigación contempla estudio de bibliografía relacionada con el tema, realización de pruebas que permitan identificar el efecto del peso total del vehículo en el consumo de combustible haciendo uso de la técnica del diseño de experimentos con aplicación de diseños factoriales, y finalmente encontrar modelos para estimar el consumo de combustible de camiones en varias condiciones de uso y proponer factores de ajuste a modelo preexistente de amplio uso internacional en la evaluación de proyectos viales.	



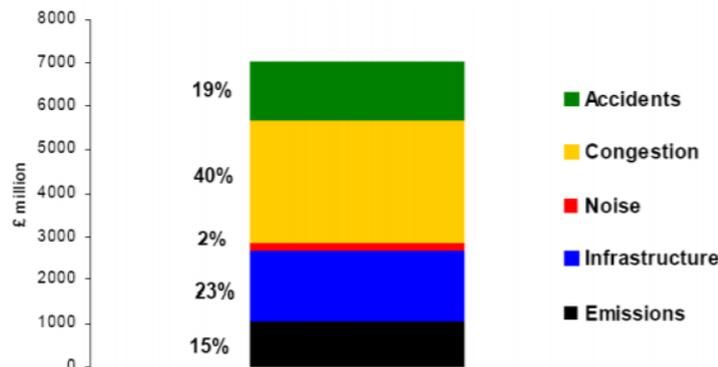
Título: A survey of fuel economy and fuel usage by heavy-duty truck fleets	Fecha: oct-16
	Lugar de edición: Michigan
Subtítulo:	Publicación: University of Michigan
Colaboradores: ATRI American Transportation Research Institute	Nº Pags: 56
Palabras clave: Heavy duty, tractor, trailer, truck fleet, fuel economy, fuel-saving technologies,	Autor: Brandon Schoettle Michael Sivak Michael Tunnell
Resumen: Este informe se centra en el ahorro de combustible de las flotas de vehículos pesados y en las tecnologías y políticas de ahorro de combustible. El objetivo principal de esta encuesta era comprender el rendimiento actual de la economía de combustible en carretera de los vehículos pesados y los efectos de las tecnologías, estrategias y reglamentos de ahorro de combustible en dichas flotas. Se pidió a los gestores de la flota que proporcionaran las características generales de la flota y el ahorro de combustible, incluyendo sus puntos de vista sobre tecnologías actuales y futuras, estrategias, combustibles alternativos, y regulaciones. La encuesta arrojó respuestas completas de 96 gerentes de flotas de servicio pesado, que operaban un sistema combinado de un total de poco más de 114.500 tractores de camiones.	



5. Análisis

Los costes externos pueden definirse como los costes que resultan de los usuarios del transporte y que afectan al resto de la sociedad.

El estudio realizado por Piecyk y McKinnon [Piecyk, 2007] constató que el 40% de los costes externos totales se debe a la congestión, el 23% a la infraestructura, el 19% a los accidentes de tráfico, el 15% a la contaminación atmosférica y a las emisiones de gases de efecto invernadero y el 2% al ruido en Reino Unido.



Gráfica 5.1 Costes externos debido al uso de camiones en Reino Unido - Piecyk, 2007

En este capítulo vamos a analizar cómo puede afectar la longitud y si es modular o no en comparación con el estándar de 16,5 m a los principales costes externos que mencionan Piecyk y McKinnon en su estudio. Las diferentes configuraciones que se analizan y comparan con el estándar son:

- 18 m que se está probando en Italia
- 20,55 m permitido ocasiones especiales en España
- 25 m del Sistema Euro-Modular (EMS)

Este análisis se basa en un gran número de estudios y algunos cálculos sencillos y aunque no en todos los casos se comparan las 4 configuraciones mencionadas anteriormente, se intenta buscar una configuración que se aproxime lo máximo posible a la que se trata en este trabajo.

Algunas de las gráficas de este apartado se asemejan los resultados del Diciotto y el de 20,55 m de Renault, esta estimación se ha hecho en base a los estudios de otras configuraciones que se asemejan a estos.

5.1. Seguridad y comportamiento dinámico

En este apartado se comparan los resultados y conclusiones de distintos estudios sobre la circulación y la seguridad de distintas configuraciones y cómo afecta el incremento de longitud o uso de una configuración modular.

El estudio 'Moving Freight with Better Trucks' Gleaser [2012] investigó mediante simulación por ordenador el comportamiento dinámico de las combinaciones de vehículos. Aunque se investigaron varios aspectos, los más representativos son:

- **Trayectoria de barrido a baja velocidad** (maniobrabilidad a baja velocidad)
- **Desvío de la parte trasera del último remolque** por una carretera irregular
- **Amplificación hacia atrás y desvíos del remolque** trasero al cambiar de carril a alta velocidad.

5.1.1. Trayectoria de barrido

La **anchura del trayecto de barrido** se define como la **distancia radial máxima entre los puntos extremos interior y exterior del trayecto de barrido del vehículo**, simplificado es la superficie que ocupa un camión al girar- Esto es un problema crítico para los vehículos que operan cerca de áreas urbanizadas, ya que estas áreas a menudo comprenden infraestructura como rotondas e intersecciones estrechas, y pueden surgir situaciones peligrosas si un vehículo requiere más espacio para maniobrar que el que está disponible.

El criterio de rendimiento definido a este respecto es la anchura total de barrido del vehículo y de sus remolques mientras se realiza un giro con un radio de giro de 12,5 m para un arco de 90 grados, a baja velocidad, como se muestra en la ilustración 5.1.

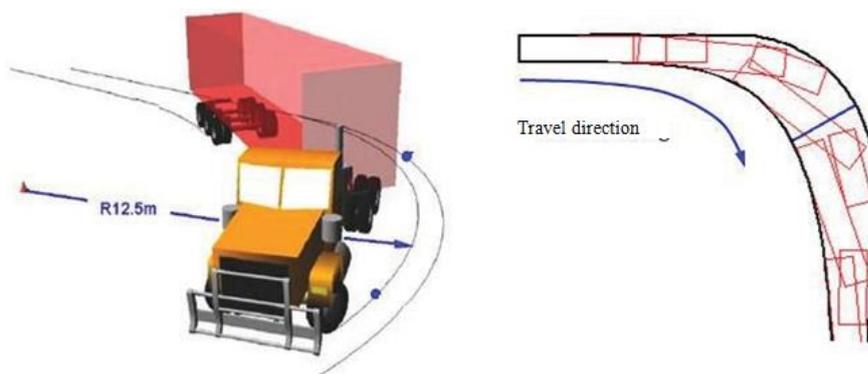


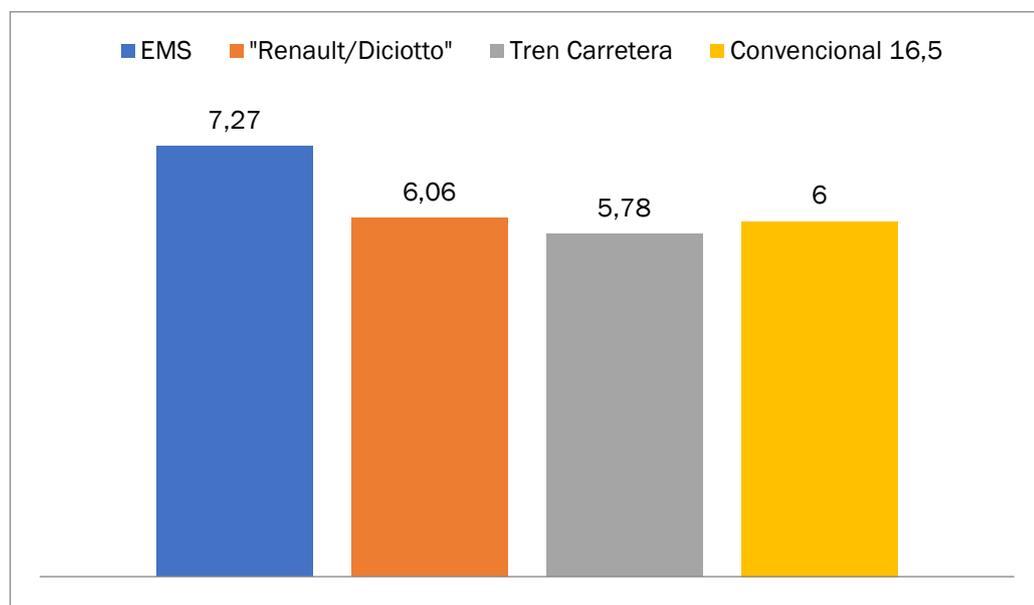
Ilustración 5.1 Trayectoria de barrido - Kindt, 2011

Es evidente que **existe una clara relación entre la longitud del vehículo, el número de puntos de acoplamiento y la cantidad de espacio libre necesario para completar la maniobra de giro**. Aun así, aunque esta cuestión es de vital importancia, tal característica no significa que los vehículos más largos sean necesariamente inseguros a este respecto, sino que su uso debe

limitarse a las zonas de la red de carreteras por las que estos pueden circular.

La medida utilizada en Europa para evaluar el rendimiento a este respecto es la prueba "BO-Kraftkreis", que consiste en una maniobra de giro similar, pero ligeramente más difícil; los vehículos deben girar 360 grados y permanecer dentro de un área de la calzada definida por un círculo "interior" de 7,2 metros de diámetro, y un círculo "exterior" de 12,5 metros de diámetro.

En la gráfica 5.2 se pueden observar los resultados del estudio. A menor índice, mejores resultados:

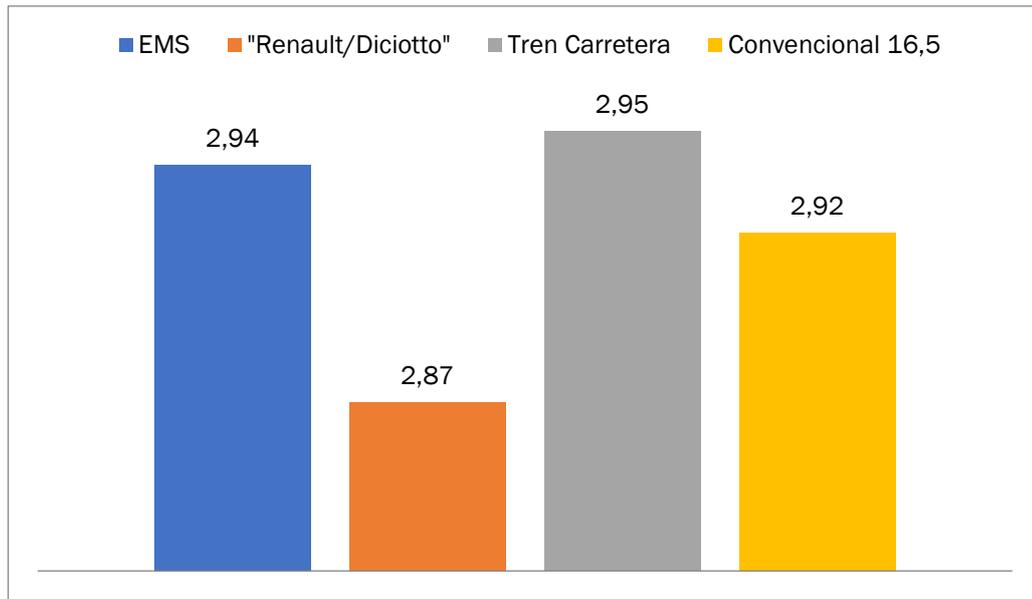


Gráfica 5.2 Resultados "BO-Kraftkreis" - Gráfica de creación propia en base a los resultados de Glaeser, 2012

5.1.2. Desvío parte trasera por terreno irregular

El funcionamiento de determinadas combinaciones de vehículos en carreteras irregulares también es un problema, **debido a la tendencia a desviarse del remolque más trasero del vehículo**, en el que el remolque barre un área más amplia que la anchura total del vehículo debido a la influencia de la rugosidad de la carretera sobre los neumáticos y la suspensión del vehículo. Este movimiento lateral puede representar un peligro para otros usuarios de la carretera, o puede hacer que el remolque trasero abandone la superficie pavimentada de la carretera, si la calzada es estrecha y no hay arcenes.

La gráfica 5.3 muestra los resultados de rendimiento simulados para el desvío en superficies irregulares a una velocidad de 90 km/h.



Gráfica 5.3 Resultado desvío superficies irregulares - Gráfica de creación propia en base a los resultados de Glaeser, 2012.

Los resultados de rendimiento son similares en todas las categorías de vehículos, y los EMS tienen un rendimiento similar al de los vehículos existentes. Este resultado sugiere que los vehículos más largos y pesados no tienen que ser motivo de preocupación para las autopistas europeas en este aspecto, aunque se debe tener cuidado de garantizar que los anchos de carril y otros aspectos clave de la geometría de la calzada sean suficientes para la circulación de dichos vehículos.

5.1.3. Amplificación trasera y movimiento del último módulo al cambiar de carril

La maniobra de "cambio de carril" se utiliza para evaluar dos propiedades importantes en el comportamiento dinámico de los vehículos pesados: la "amplificación hacia atrás" y el "desplazamiento del remolque trasero", ambas como medidas para el movimiento lateral del remolque trasero. La maniobra se simula usando una entrada de ángulo de dirección dada para replicar la maniobra de cambio de carril, y debe causar una aceleración lateral de 0.15g en el eje de dirección.

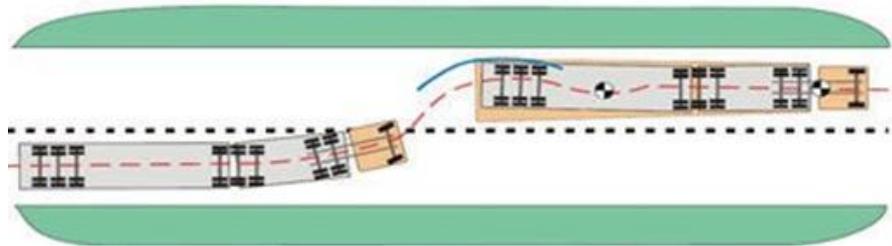
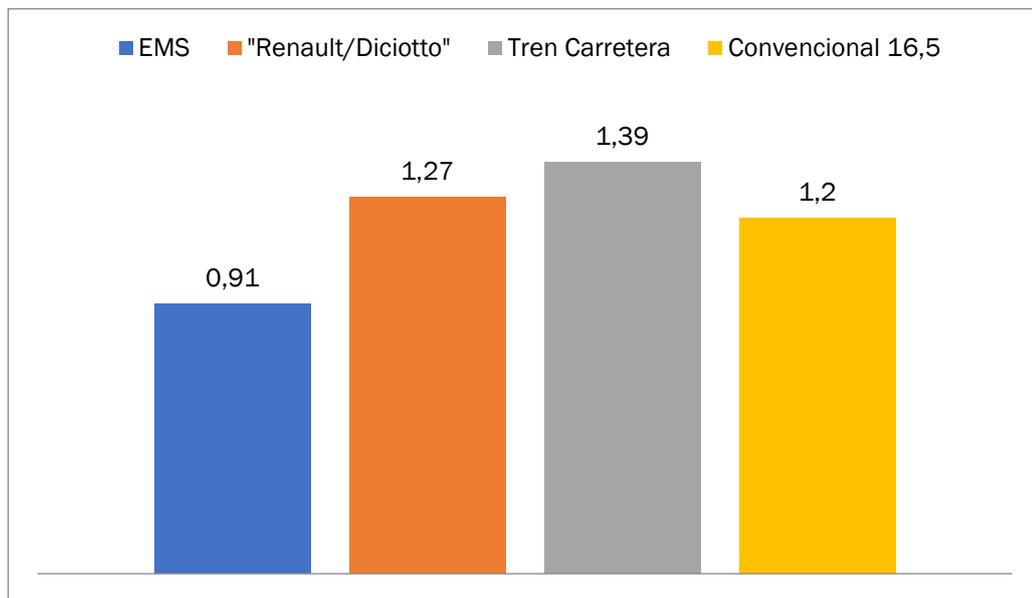


Ilustración 5.2 - Maniobra de cambio de carril - Gleaser, 2012

La amplificación trasera (RA - rearward amplification) describe la tendencia de un remolque a experimentar una mayor aceleración lateral que la unidad de arrastre. Es una consideración importante para la seguridad en carretera, ya que la aceleración lateral y la subsiguiente "inclinación" del remolque trasero puede provocar el vuelco de todo el vehículo, si es que es lo suficientemente grande. La medida física de la amplificación hacia atrás es la relación entre la aceleración lateral máxima del centro de gravedad de la unidad trasera del vehículo y la del eje de dirección de la unidad de tracción. Los valores más bajos de la amplificación hacia atrás implican un menor riesgo de vuelco. Los resultados se muestran en la gráfica 5.4:



Gráfica 5.4 Resultados Rarward Amplification Test - Gráfica de creación propia en base a los resultados de Glaeser, 2012.

Estos resultados muestran que la mayoría de los vehículos presentan una relación de amplificación hacia atrás en torno a 1,0, lo que indica un bajo nivel de amplificación hacia atrás de las aceleraciones laterales. Si el valor es grande entonces el vehículo tiene un comportamiento menos deseable que uno con el valor pequeño. Es decir, un valor alto indica que por ejemplo pueden aparecer efectos indeseados como la tijera.

En esta línea de análisis del RA, un trabajo interesante es “Estudio y comparación de la maniobrabilidad y manejo de vehículos articulados de varios países.” [Wideberg, 2006]. Este trabajo hace una simulación para las típicas configuraciones de distintos países obteniendo los siguientes de la tabla 5.1.

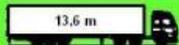
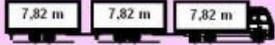
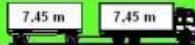
	<i>Norte América</i>	<i>Europa</i>	<i>Finlandia y Suecia</i>	<i>Australia</i>	<i>Sur África</i>	<i>Brasil</i>
Rearward amplification	1,18	1,24	1,81	3,14	1,56	1,88

Tabla 5.1 - RA para las configuraciones articuladas de distintos países - Wideberg, 2006

En general se puede concluir que los vehículos más largos tienen un RA más alto que uno más corto y por tanto son menos estables. Sin embargo, hay otros factores importantes que pueden hacer un vehículo largo más estable que uno más corto:

- Número de articulaciones.
- Tipo de articulación (quinta rueda o dolly).
- Longitud del semi-remolque (un remolque largo es más estable que uno corto).
- La ubicación de los ejes traseros del semi-remolque (si los ejes están muy atrasados es más estable)

Estos otros aspectos son los que permiten que haya combinaciones de EMS que demuestran un mejor rendimiento que los vehículos convencionales más cortos, como también recoge el estudio “European Modular System for road freight transport –experiences and possibilities” (Ilustración 5.3)

	RA = 1.26	Tractor & Semitrailer	1
	RA = 1.48	Tractor & semitrailer with fixed dolly (C-dolly) and second semitrailer	2
	RA = 1.55	Tractor & B-double	3
	RA = 1.77	Truck with dolly & semitrailer	4
	RA = 2.13	Tractor & semitrailer with dolly and second semitrailer	5
	RA = 2.17	Truck with center axle trailer	6
	RA = 2.59	Tractor & semitrailer with center axle trailer	7
	RA = 3.08	Truck with two center axle trailers	8
	RA = 3.59	Truck with drawbar trailer	9

Current EU combinations

Euro Modular System

Possible EMS combinations

Ilustración 5.3 Rearward amplification Volvo truck test - Akerman, 2007

Como podemos observar, los resultados de los estudios no son iguales, en algunos aspectos coinciden, pero por lo general los resultados para el estudio de RA son mayores en este último análisis que en el anterior.

El desvío del remolque trasero (Ilustración 5.4) mide el movimiento lateral del remolque trasero que se experimenta durante la maniobra de cambio de carril.

Es una consideración de seguridad importante porque una desviación grande desde el carril de circulación del vehículo podría poner en peligro a otros usuarios de la carretera. Los resultados de esta medida se muestran en la gráfica 5.5.

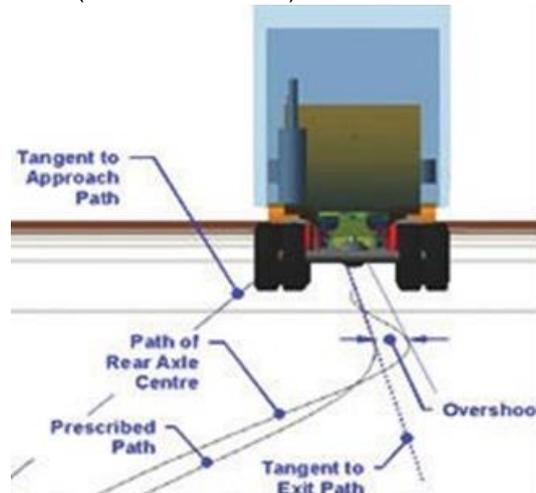
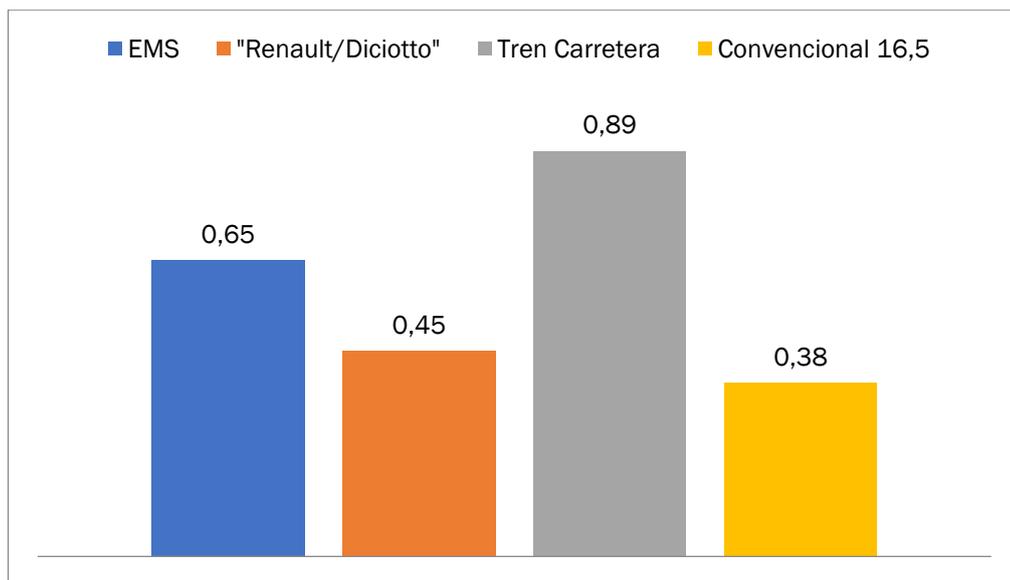


Ilustración 5.4 Desvío trasero al cambiar de carril - Glaeser, 2012

Otra vez, los resultados demuestran que los vehículos con acoplamientos

de quinta rueda muestran un mejor rendimiento. Además, es evidente que las combinaciones de vehículos más largos y pesados no son necesariamente inseguros y que en algunos casos presentan un mejor rendimiento que los vehículos convencionales.



Gráfica 5.5 Coeficiente de desvío del remolque trasero al cambiar de carril - Gráfica de creación propia en base a los resultados de Glaeser, 2012

5.1.4. Relación entre el diseño y la estabilidad

Por su parte, informe “Longer and/or Longer and Heavier Goods Vehicles (LHVs) – a Study of the Likely Effects if Permitted in the UK: Final Report” sobre el uso de vehículos de largas longitudes en Reino Unido llega las siguientes conclusiones resumidas en esta tabla:

Vehicle Configuration	Static Rollover Threshold	Rearward Amplification	High Speed Off-Tracking
Increasing gross vehicle weight	xx	xx	x
Increasing number of articulation points	-	xx	x
Increasing trailer length	-	-	xx
Longer wheelbase	-	✓✓	✓
Longer overhangs to rear hitches	-	xx	x
Increasing number of axles	✓✓	xx	x
Increasing axle spreads	-	xx	x
Type of dolly (B or C instead of A)	-	✓✓	✓

Where: xx = Significantly degrades the level of fundamental safety
 x = Moderately degrades the level of fundamental safety
 - = Not applicable or only a small effect
 ✓ = Moderately improves the level of fundamental safety
 ✓✓ = Significantly improves the level of fundamental safety

Tabla 5.2 Consecuencias del diseño al comportamiento del vehículo - Knight, 2008

5.2. Capacidad de carga

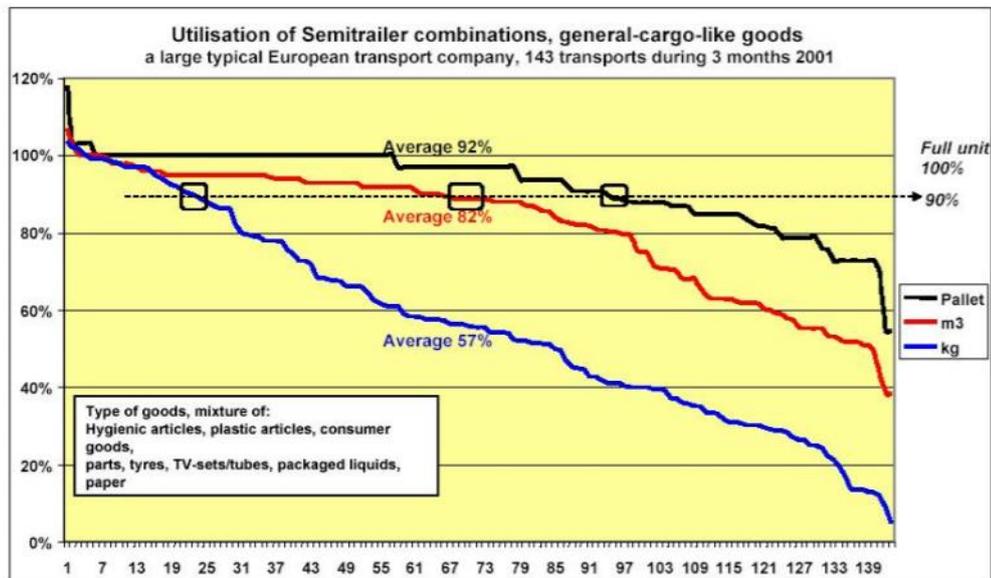
La capacidad de carga de los camiones se puede expresar en tres formas diferentes, dependiendo del tipo de productos y segmentos de mercado:

- Capacidad por volumen de carga (m3).
- Capacidad de carga medida por la longitud del área de carga (pallets).
- Capacidad de carga medida en peso (toneladas).

Al añadir longitud del área de carga, la capacidad de peso también puede ser aumentada. Pero los camiones rara vez agotan su capacidad en peso. Este resultado es también una explicación de por qué el método para medir el transporte en t-km no es la mejor manera.

La mayoría de los transportes de larga distancia en Europa son del tipo carga general y son más sensibles a la capacidad de carga de los camiones medida en número de pallets o en volumen. Estudios en algunas empresas de transporte importantes de Europa realizados por NEA (Nederlandse Emissieautoriteit) y TFK (Trader Fondkommission), analizando un número de viajes que representa un promedio anual, demuestran que el

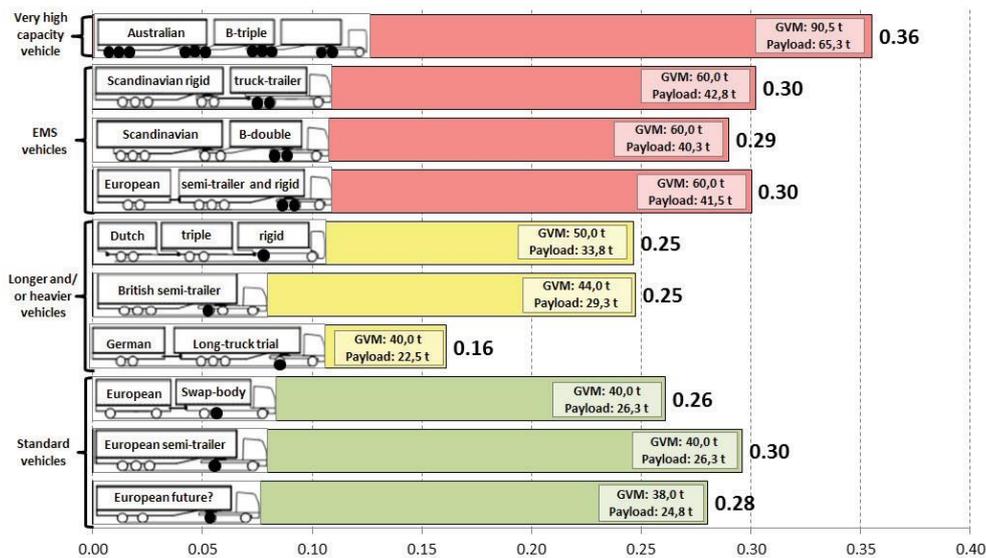
transporte es más sensible al número de Pallets: la capacidad promedio utilizada fue de 92% (número de Pallets), 82% en volumen y 57% en términos de peso (Gráfica 5.6).



Gráfica 5.6 Utilización de la capacidad de los camiones. Estudio Volvo trucks - Akerman, 2007

En el estudio realizado por K.P. Glaeser and Mr. A Ritzinger [Gleaser 2012] llegan a la conclusión de qué a la hora de evaluar la productividad de las combinaciones de vehículos, **resulta especialmente interesante la relación entre la carga útil y el volumen de transporte disponible, ya que permite conocer la densidad óptima de la carga (t/m³) con el fin de lograr una utilización completa del vehículo en términos de masa y volumen.**

La gráfica 5.7 muestra los resultados del análisis de esa densidad de carga de la que hablan en su estudio. Los resultados más bajos (baja densidad óptima) indican que una combinación de vehículos se adapta mejor a la carga de baja densidad, y viceversa. La mayoría de los vehículos se sitúan entre 0,25 y 0,3 t/m³, por lo que suelen alcanzar su masa máxima de funcionamiento, definida por los límites de carga por eje. En este contexto, un resultado más alto es mejor, ya que **los vehículos con una densidad óptima baja se limitan a transportar carga de muy baja densidad, como el vehículo de prueba alemán "long truck".**



Gráfica 5.7 Optimización densidad de carga t/m3 - Glaeser, 2012

A continuación, se presentan unos sencillos cálculos en base a la capacidad volumétrica y de carga de pallets de las distintas configuraciones mencionadas. Para poder realizar ese análisis, primero es necesario conocer las características de los pallets.

5.2.1. Pallets

El **pallet europeo** (ilustración 5.5) surgió de la necesidad de normalizar o estandarizar el uso de los pallets con el fin de obtener un mejor aprovechamiento del espacio. A raíz de esta necesidad se determinaron las medidas del pallet europeo, también conocido como europalet o EPAL, a partir de la norma UNE-EN 13698-1 de ámbito europeo. Siguiendo los criterios constructivos para estos soportes establecidos por esta norma, se adoptaron las medidas de 1.200 x 800 mm. En cuanto al peso, un europalet ronda los 25 kg y soporta cargas de hasta 1.500 kg (y de manera estática, sin mover el palet, de hasta 4.000 kg).

La creación del pallet europeo supuso un avance en los transportes y el almacenaje puesto que se pudieron unificar ciertos criterios a seguir incluso entre países muy lejanos entre sí.

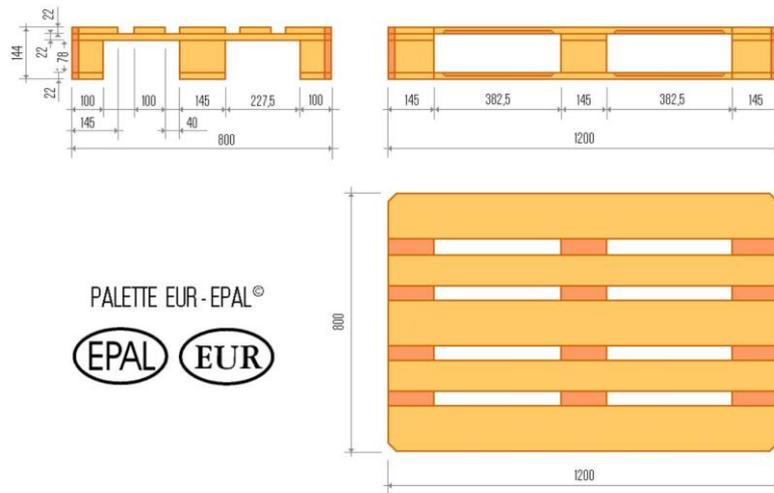


Ilustración 5.5 Dimensiones pallet europeo - <https://www.mecalux.es>

Las medidas del pallet americano son de 1200 x 1000 mm, tiene un peso aproximado de 25 kg y es capaz de soportar cargas dinámicas de alrededor de 1200 kg. Esta mayor resistencia ante cargas dinámicas hace que sea el más elegido ante el transporte de sustancias líquidas.

5.2.2. Cálculos teóricos

Para poder analizar la diferencia entre la carga de cada una de las configuraciones, es necesario saber el volumen que podemos transportar en cada una de ellas. Para ello vamos a realizar unos simples cálculos de cada una de las configuraciones a analizar en base a sus dimensiones y en base a las dimensiones de los pallets europeos.

Sabiendo que el ancho de todos los remolques y semiremolques que vamos a estudiar es de 2480mm, si cada pallet tiene unas dimensiones de 1200*800mm, podríamos encajar tres pallets ancha o dos pallets a lo largo:

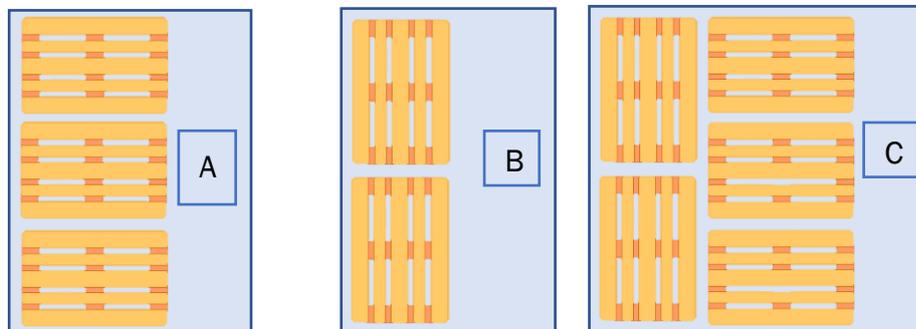


Ilustración 5.6 Posibles distribuciones pallets - Ilustración de creación propia

En base a estas tres posibles disposiciones se ha realizado el análisis de la capacidad de carga de cada configuración.

5.2.2.1. Camión mega convencional



Ilustración 5.7 Dimensiones camión mega convencional - Dimensiones pallet europeo - Ilustración de creación propia

Las características técnicas de este camión serían las siguientes:

- Longitud 16,32 m
- Longitud de carga 13,62 m
- Anchura 2,48 m
- Altura 2,94 m
- Anchura puertas 2,45 m
- Altura apertura puertas 2,90 m
- Altura apertura lateral 2,87

Con estos datos vemos que el peso del camión más la capacidad de carga son las 40 toneladas máximas permitidas.

Si calculamos:

$$\text{Superficie semiremolque} = \text{Longitud} * \text{Anchura} = 13,62 * 2,48 \\ = 33,77 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} = \text{Altura} * \text{Longitud} * \text{Anchura} = 2,94 * 13,62 * 2,48 \\ = 99,306 \text{ m}^3$$

$$\text{Superficie pallet} = \text{Longitud} * \text{Anchura} = 0,8 * 1,2 = 0,96 \text{ m}^2$$

$$\text{Cantidad máxima pallets} = \frac{33,77}{0,96} = 35,17 \text{ uds}$$

Según estos cálculos podríamos meter hasta 35 pallets en este camión, pero este dato no es real porque además de necesitar cierta holgura, los pallets no son deformables y tenemos que encajarlos correctamente.

Teniendo en cuenta la longitud del semirremolque:

- A: $13.620\text{mm} / 1200\text{mm} = 11,35$ filas de pallets.

11 filas x 3 pallets: **33 pallets**

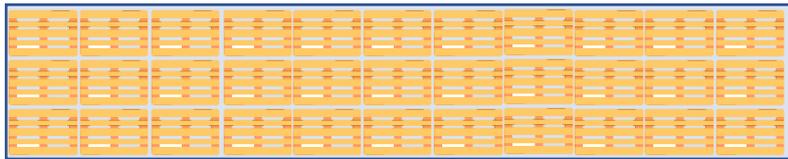


Ilustración 5.8 Disposición "A" de los pallets en un remolque de 13,6 m - Ilustración de creación propia

Está sería la disposición que tendrían los pallets dentro del semirremolque con una holgura total de 420 mm.

- B: $13.620\text{mm} / 800\text{mm} = 17,025$ filas de pallets

17 filas x 2 pallets: **34 pallets**

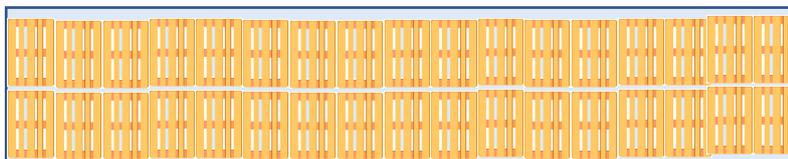


Ilustración 5.9 Disposición "B" de los pallets en un remolque de 13,6 m - Ilustración de creación propia

Con esta posible disposición surge un problema de holguras, puesto que, si calculamos la holgura total, nos da unos escasos 20mm.

- C: Así pues, otra buena disposición para llegar hasta los **33 pallets** sería la siguiente:

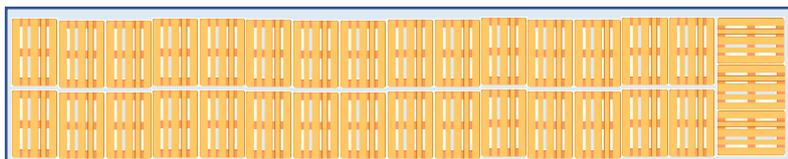
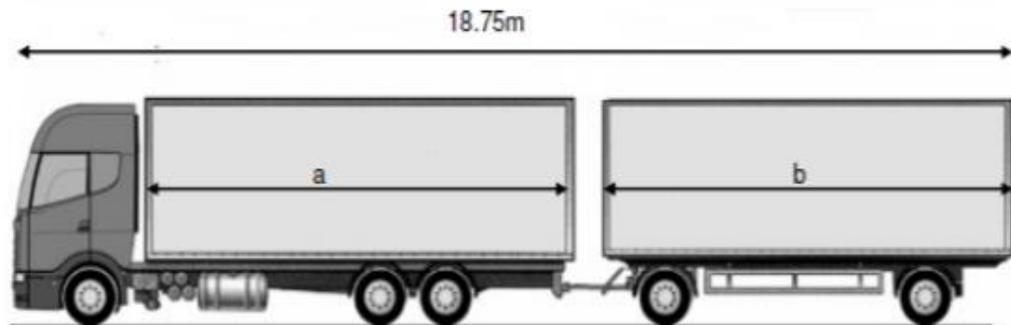


Ilustración 5.10 Disposición "C" de los pallets en un remolque de 13,6 m - Ilustración de creación propia

Vemos como la capacidad máxima de pallets sin remontar para un camión de 16,5m es de 33 pallets.

5.2.2.2. Tren de carretera

Como hemos visto en capítulos anteriores, los trenes carretera surgen a raíz de la combinación de una cabeza tractora, un remolque y un semirremolque (Ilustración 5.11).



$$a + b \leq 15,65m$$

Ilustración 5.11 Dimensiones tren de carretera – “Longer Semi-trailer Feasibility Study and Impact”

Para este análisis lo que nos importa es la longitud máxima que pueden sumar entre el remolque y el semirremolque sin contar el espacio entre ellos. Esta longitud es 15,65m.

Para este análisis de capacidad, no voy a tomar por separado el análisis del remolque y del semirremolque, sino que lo analizaré en su conjunto.

Las características técnicas de este camión serían las siguientes:

- Longitud 18,75 m
- Longitud de carga 15,65 m
- Anchura 2,48 m
- Altura 2,94 m
- Anchura puertas 2,45 m
- Altura apertura puertas 2,90 m
- Altura apertura lateral 2,87 m

Si analizamos la superficie y el volumen de carga para un remolque:

$$\begin{aligned} \text{Superficie semiremolque} &= \text{Longitud} * \text{Anchura} = 7,82 * 2,48 \\ &= \mathbf{19,393 m^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volumen} &= \text{Altura} * \text{Longitud} * \text{Anchura} = 2,94 * 15,65 * 2,48 \\ &= \mathbf{57,017 m^3} \end{aligned}$$

$$\text{Superficie pallet} = \text{Longitud} * \text{Anchura} = 0,8 * 1,2 = \mathbf{0,96 m^2}$$

$$\text{Cantidad máxima pallets} = \frac{19,39}{0,96} = 20,19 \text{ uds}$$

Todo esto debe ir multiplicado por 2, como resultado el número máximo teórico de pallets será 40.

Al igual que nos ocurre en otros casos, estos 40 pallets no son reales porque tenemos que ubicarlos en el camión y tener unas holguras suficientes. Además, en este caso tenemos un remolque y un semirremolque.

Según los estudios, la carga máxima posible para este tipo de transporte es de 38 pallets, igual que hemos hecho antes, estudiaremos la posibilidad de ubicación de los pallets.

- A: $7820 \text{ mm} / 1200 \text{ mm} = 6,51$ filas de pallets

6 filas x 3 pallets: **18 pallets**

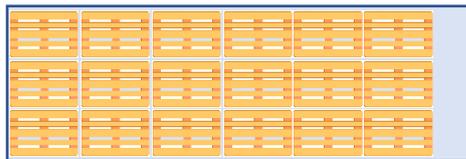


Ilustración 5.12 Disposición "A" de los pallets en remolque 7,82m - Ilustración de creación propia

Con esta distribución no llegamos a los teóricos 20 pallets de carga máxima por remolque, pero si tenemos una holgura de 620mm que hay que optimizar.

- B: $7820 \text{ mm} / 800 \text{ mm} = 9,775$ filas de pallets.

9 filas x 2 pallets: **18 pallets**

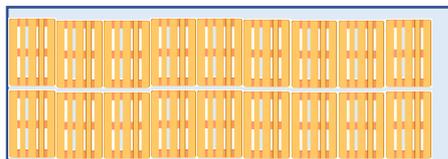


Ilustración 5.13 Disposición "B" de los pallets en remolque 7,82m - Ilustración de creación propia

Con esta disposición nos pasa algo similar a con la del caso A, no llegamos a los teóricos 20 pallets y además tenemos 620 mm de holgura.
m

- C: Buscando la optimización con suficiente holgura las combinaciones pueden ser 8 filas posición B y una en A o 5 en posición A y 2 en B, en ambos casos nos da **19 pallets** y una holgura de 220mm.

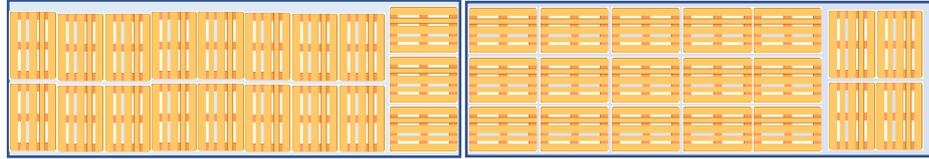


Ilustración 5.14 Disposiciones "C" de los pallets en remolque 7,82m - Ilustración de creación propia

Vemos como la capacidad máxima de pallets sin remontar para un un tren de carretera es de **38 pallets**.

5.2.2.3. Camión EMS

Como se describe en otro capítulo, los camiones de configuración euromodular, son camiones parecidos a los trenes carretera pero que nos permiten llegar hasta los 25,25 m.

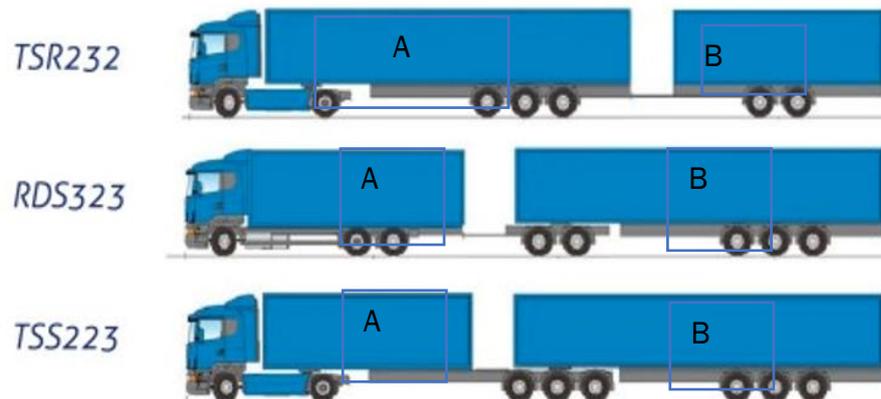


Ilustración 5.15 Configuraciones vehículos euro-modulares - Kindt, 2011

La suma de $A+B \leq 7,82m + 13,62m$

Como hemos visto antes:

- Remolque 13,62m: 33 pallets - 33,77 m² - 99,306 m³
- Remolque 7,82 m: 19 pallets - 19,393 m² - 57,917m³

Por lo tanto, para el EMS, el volumen de carga es **156,323 m³**, la superficie de carga es **53,133 m²** y el máximo número de pallets no remontados es de **52 pallets**.

5.2.2.4. Diciotto italiano

El gobierno italiano con el permiso de la Unión Europea y la colaboración de distintas instituciones empresas y organizaciones, está probando ampliar la longitud de los camiones hasta los 18m, ampliando la longitud del semirremolque hasta los 15m (Ilustración 5.16).

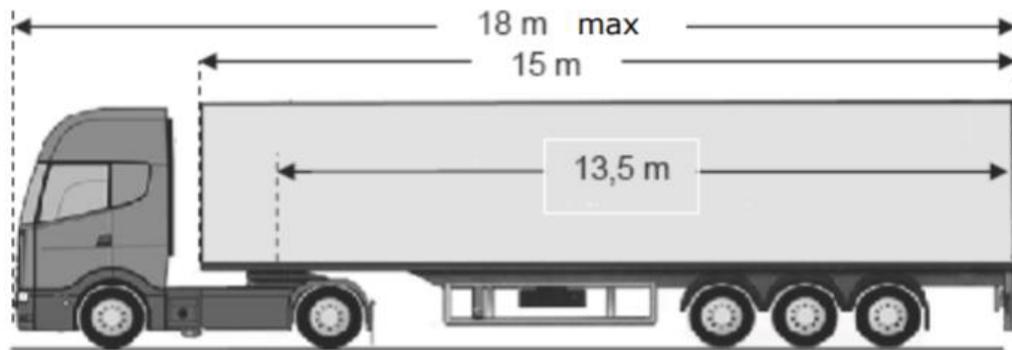


Ilustración 5.16 Dimensiones Diciotto - Progetto Diciotto - Long Vehicle Test

Las características técnicas de este camión serían las siguientes:

- Longitud 18 m
- Longitud de carga 15 m
- Anchura 2,48 m
- Altura 2,94 m
- Anchura puertas 2,45 m
- Altura apertura puertas 2,90 m
- Altura apertura lateral 2,87

Si analizamos la superficie y el volumen de carga:

$$\text{Superficie semiremolque} = \text{Longitud} * \text{Anchura} = 15 * 2,48 = 37,2 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} = \text{Altura} * \text{Longitud} * \text{Anchura} = 2,94 * 15 * 2,48 \\ = 109,368 \text{ m}^3$$

$$\text{Superficie pallet} = \text{Longitud} * \text{Anchura} = 0,8 * 1,2 = 0,96 \text{ m}^2$$

$$\text{Cantidad máxima pallets} = \frac{37,2}{0,96} = 38,75 \text{ uds}$$

Como nos ocurría en la situación anterior estos 38,75 pallets no son reales puesto que hay que encontrar una configuración correcta en el semirremolque. Todos los estudios sobre esta medida hablan de la capacidad de transportar hasta 37 pallets.

La posibilidad de disposición es similar al anterior apartado, disposición A, B y un combinado.

- A: $15000 \text{ mm} / 1200 \text{ mm} = 12,5$ filas de pallets.

12 filas x 3 pallets: **36 pallets**

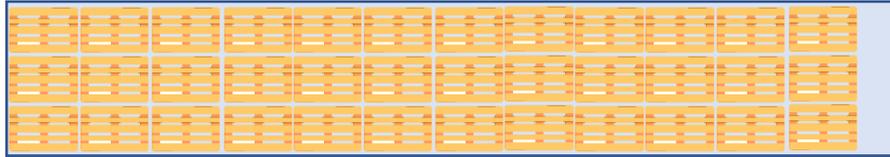


Ilustración 5.17 Disposición "A" de los pallets en el Dicitto - Ilustración de creación propia

Vemos como con esta disposición no se cumplen las expectativas de otros análisis, solo llegamos hasta los 36 pallets con una holgura de 600mm.

- B: $15000 \text{ mm} / 800 \text{ mm} = 18,75$ filas de pallets.

18 filas x 2 pallets: **36 pallets**

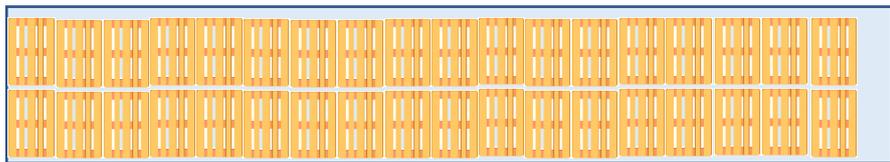


Ilustración 5.18 Disposición "B" de los pallets en el Dicitto - Ilustración de creación propia

Vemos como con esta disposición no se cumplen las expectativas de otros análisis, solo llegamos hasta los 36 pallets con una holgura de 600mm.

- C: Para transportar pallets en este semirremolque de 15 m, la disposición más óptima es la siguiente:

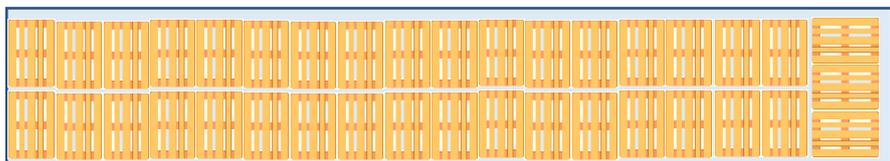


Ilustración 5.19 Disposición "C" de los pallets en el Dicitto - Ilustración de creación propia

Con esta disposición se cumplen los objetivos marcados de 37 pallets teniendo una holgura de 200 mm.

La capacidad máxima con el camión de 18m es de 37 pallets.

5.2.2.5. Camión de 20,55 m Renault Group

Otra alternativa interesante de estudio son los camiones 20,55m de longitud para los cuales se ha utilizado su uso a Renault Group.

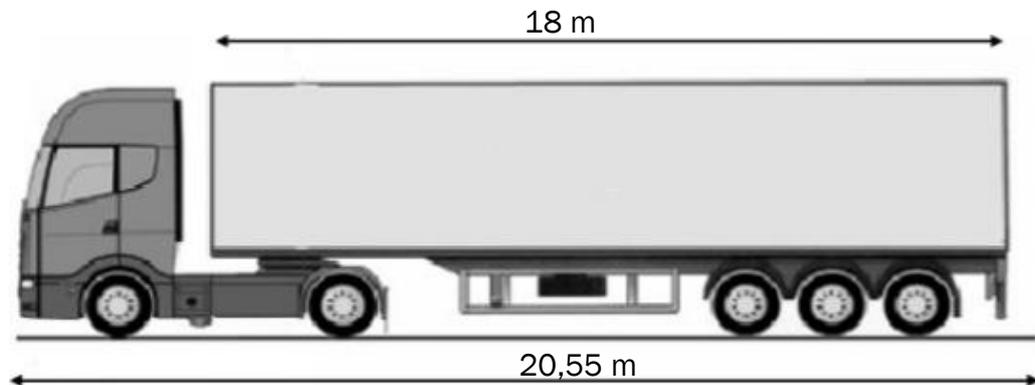


Ilustración 5.20 Dimensiones camión 20,55 Renault - Ilustración de creación propia

Este camión es similar a un megatrailler articulado, pero con las siguientes características técnicas:

- Longitud 20,55 m
- Longitud de carga 18 m
- Anchura 2,48 m
- Altura 2,67 m
- Anchura puertas 2,46 m
- Altura apertura puertas 2,65 m
- Altura apertura lateral 2,65 m

Si analizamos la superficie y el volumen de carga:

$$\text{Superficie semiremolque} = \text{Longitud} * \text{Anchura} = 18 * 2,48 = \mathbf{44,6 m^2}$$

$$\begin{aligned} \text{Volumen} &= \text{Altura} * \text{Longitud} * \text{Anchura} = 2,94 * 18 * 2,48 \\ &= \mathbf{131,241 m^3} \end{aligned}$$

$$\text{Superficie pallet} = \text{Longitud} * \text{Anchura} = 0,8 * 1,2 = \mathbf{0,96 m^2}$$

$$\text{Cantidad máxima pallets} = \frac{44,6}{0,96} = 46,45 \text{ uds}$$

Como ocurre en los casos anteriores, estos supuestos 46 pallets no son reales, sino que hay que optimizar el posicionamiento de los pallets.

- A: $18000 \text{ mm} / 1200 \text{ mm} = 15$ filas de pallets.

15 filas x 3 pallets: **45 pallets**

Esta disposición no es posible, al tener 0 mm de holgura

- B: $18000 \text{ mm} / 800 \text{ mm} = 22,5$ filas de pallets.

22 filas x 2 pallets: **44 pallets**

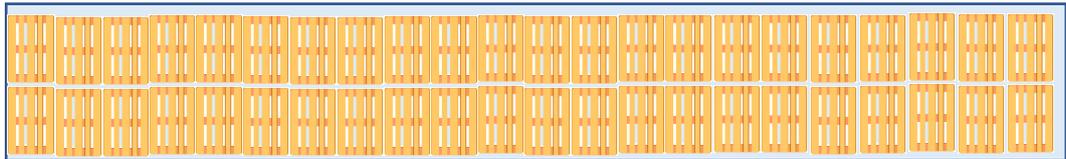


Ilustración 5.21 Disposición "B" de los pallets en el camión de 20,55m - Ilustración de creación propia

Con esta disposición podemos cargar hasta **44 pallets** con una holgura total de 400 mm.

- C: **Nuestro óptimo de carga para este camión está en 44 pallets**, pero otra forma de conseguirlo es poniendo 14 filas en disposición A y 1 fila en disposición B.

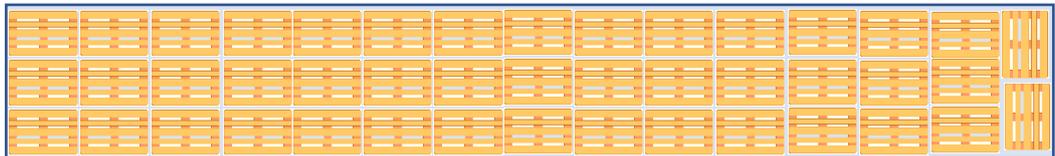


Ilustración 5.22 Disposición "C" de los pallets en el camión de 20,55m - Ilustración de creación propia

5.2.3. Comparación

En este apartado vamos a comparar los resultados obtenidos de los cálculos del apartado. **Esta información por sí sola es importante, pero no es concluyente puesto que habrá que ponerla en contraste con los análisis de seguridad, consumo, emisiones...**

En la tabla 5.3 se presenta una comparativa de los incrementos de dimensiones respecto al mega de 16,5.

	Mega	Tren Carretera	EMS 25,25	Diciotto	20,55 Renault
Longitud de la caja	13,62	16,65	21,44	15	18
Longitud total	16,5	18,75	25,25	18	20,55
Incremento caja (m)		3,03	7,82	1,38	4,38
Incremento caja (%)		22%	57%	10%	32%
Incremento total (m)		2,25	8,75	1,5	4,05
Incremento Total (%)		14%	53%	9%	25%

Tabla 5.3 Incrementos dimensiones camiones - Tabla de creación propia

En la tabla 5.4 se presenta una comparativa de los incrementos de las capacidades de transporte por superficie, volumen y número de pallets.

	Mega	Tren Carretera	EMS 25,25	Diciotto	20,55 Renault
Volumen (m3)	99,31	103,628	156,323	109,368	131,24
Superficie (m2)	33,77	38,812	53,133	37,2	44,6
Nº Pallets	33	38	52	37	44
Incremento volumen (m3)		4,318	57,013	10,058	31,93
Incremento volumen (%)		4%	57%	10%	32%
Incremento superficie (m2)		5,042	19,363	3,43	10,83
Incremento superficie (%)		15%	57%	10%	32%
Incremento nº Pallets		15%	58%	12%	33%

Tabla 5.4 Incrementos de capacidades de camiones - Tabla de creación propia

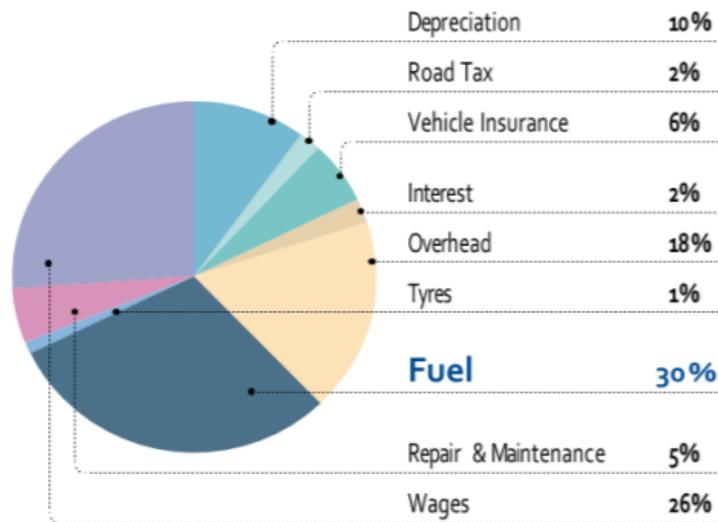
Analizando el incremento de las medidas, el de Renault es el más eficiente en su incremento al conseguir un mayor incremento de la caja en comparación con el incremento total.

5.3. Consumo

La eficiencia del combustible es uno de los factores competitivos más importantes en el desarrollo y la venta de camiones y autobuses. Los camiones y autobuses son bienes económicos, lo que hace que la eficiencia del combustible sea un elemento clave en la decisión de compra.

Por este motivo, la competencia del mercado favorece un progreso continuo en la mejora del ahorro de combustible y una mayor reducción de las emisiones de CO2 de la forma más eficiente.

Según el estudio de ACEA "Reducing CO2 Emissions from Heavy-Duty Vehicles" (Ilustración 5.23) el combustible representa el 30% de los costes de explotación en el sector del transporte, lo que es más que el coste de conductores. Dada la competencia entre los proveedores de servicios de transporte de bienes y personas, ya existen fuertes incentivos económicos para la mejora de la eficiencia energética. El argumento comercial a favor de la eficiencia energética es claro.



Gráfica 5.8 Costes de operación de un camión de 40 toneladas - ACEA Commercial Vehicles and CO₂, 2010

En este segundo apartado del capítulo, se presentarán los resultados de diversos estudios europeos y se comparan con cálculos basados en el estudio de capacidad anterior.

5.3.1. Estudios

Los estudios acerca del aumento de la capacidad de carga de los camiones del capítulo 3 que analizan las diferencias llegan a la misma conclusión: **Los camiones más grandes consumen más, pero al ser necesarios menos viajes para transportar el mismo volumen de carga, se reduce el consumo de combustible y con ello directamente las emisiones.** Cuanto mayor sea el camión, mayor será el consumo de combustible por camión. Sin embargo, en relación con la capacidad de carga, cuanto mayor sea el camión, menor será el consumo de combustible por tonelada /kilómetro. (Lumsden, 2004)

El estudio "Truck Masses and Dimensions - Impact on Transport Efficiency" del profesor Kenth Lumsden obtuvo la siguiente tabla en la que es importante entender que el "índice de Pallets" mide el "metro de carretera utilizado por Pallet" para el camión, incluyendo una distancia de seguridad (tres alternativas: 70m, 40m, y 2½ x longitud del camión). El "índice de combustible" representa el consumo en litros por 100 km y por pallet.



Type of truck	"Pallet index" at 70 m safety dist.	"Pallet index" at 40 m safety dist.	"Pallet index" at safety dist. = 2,5 x truck length	"Fuel index"
Larger truck = 52 pallets/truck	$(25+70)/52=$ 1,83	$(25+40)/52=$ 1,25	$(25+2,5 \times 25)/52=$ 1,70	$42/52=$ 0,81
18,75 truck = 38 pallets per truck	$(18,75+70)/38=$ 2,34	$(18,75+40)/38=$ 1,55	$(18,75+2,5 \times 18,75)/38=$ 1,73	$35/38=$ 0,92
16,5 m truck = 33 pallets per truck	$(16,5+70)/33=$ 2,62	$(16,5+40)/33=$ 1,71	$(16,5+2,5 \times 16,5)/33=$ 1,75	$32/33=$ 0,97
"26 tonner" = 19 pallets per truck	$(12+70)/19=$ 4,32	$(12+40)/19=$ 2,74	$(12+2,5 \times 12)/19=$ 2,21	$26/19=$ 1,37

Tabla 5.5 índices de consumo y espacio en la carretera por pallet - Lumsden, 2004

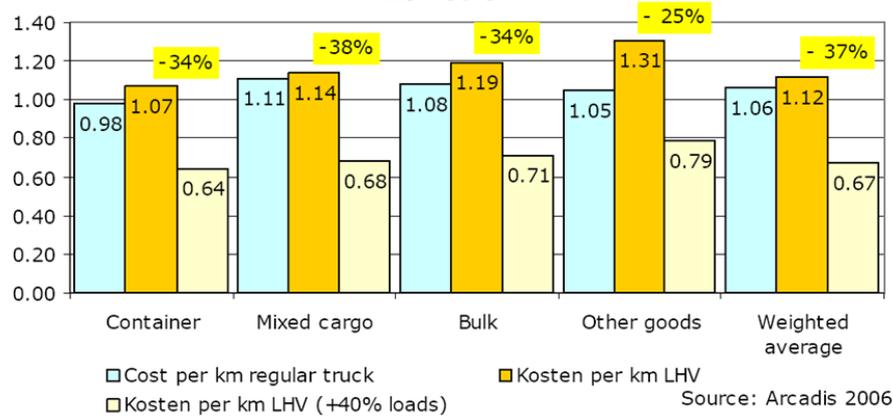
Como se puede ver en la tabla 5.5, cuanto más grande es el camión, mejor es el índice, tanto para el "índice de Pallets" como para el "índice de combustible". Cuanto más grandes sean los camiones, menor será el consumo de combustible por tonelada/km, lo que también afecta a las emisiones. La eficiencia y el impacto ambiental van de la mano.

En base a estos cálculos, se ha realizado una estimación de estos mismo para el camión de 20,55m y el dieciocho italiano. Dichos resultados se encuentran en la tabla 5.6.

	"Pallet index" at 70m safety dist	"Pallet index" at 40m safety dist	"Pallet index" at safety dist = 2,5xtruck lenght	Fuel Index
18m	$(18+70)/37=$	$(18+40)/37=$	$(18+2,5 \times 18)/37$	$(35/37)$
	2,378378378	1,567567568	1,702702703	0,94594595
22,55m	$(20,55+70)/44=$	$(20,55+40)/44=$	$(20,55+2,5 \times 20,55)/44$	$(34/44)$
	2,057954545	1,376136364	1,634659091	0,77272727

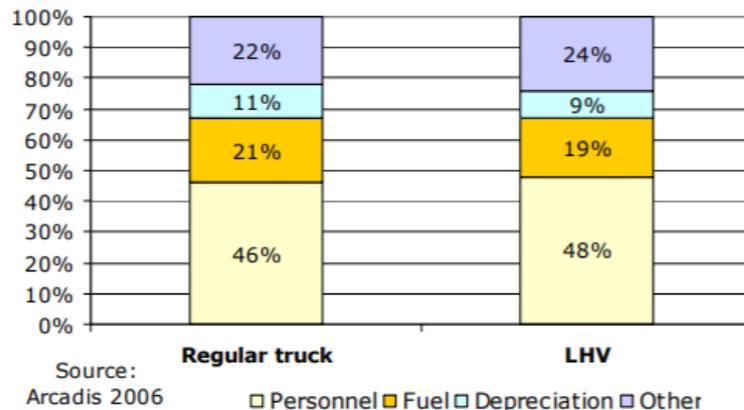
Tabla 5.6 Índice de fuel vehículos de 2055m y 18 mm - Creación propia en base a estudio Lumsden 2004

El informe del ministerio de fomento "Innovar en la gestión de la interacción vehículo pesado- carretera" expone que evaluaciones experimentales realizadas durante muchos años en Países Bajos, indican que con la reducción del número de vehículos necesarios para transportar la misma cantidad de productos, se consigue **ahorros entre 25 y 40% por trayecto**, (gráfica 5.9) pese a que el costo por kilómetro de un HCV es un 6% mayor que el de un tren de carretera tradicional.



Gráfica 5.9 Coste de un camión regular Vs conste camión grandes dimensiones - Arcadis 2006

En cuanto al coste de mantenimiento y uso de un camión LHV, una encuesta realizada en Holanda reflejaba qué con estos modelos de camiones, reducías el porcentaje de coste asociado al combustible. Esto no quiere decir que fuese más barato usarlo, si no que el peso que tenía el combustible sobre los gastos totales era menor como se refleja en la gráfica 5.10:



Gráfica 5.10 Reparto de los costes de operación de un camión regular Vs un camión de grandes dimensiones - Arcadis 2006

5.3.2. Cálculos de consumo energético

Para realizar cálculos lo más correctos posibles del consumo de energía, hay que tener en cuenta la resistencia del aire teniendo en cuenta una superficie frontal de 9,5 m² y un coeficiente de resistencia de 0,6 a 0,8 (en función de la longitud total del vehículo y del número de remolques). En relación con la resistencia a la rodadura hay que tener en cuenta la masa en carga de los ejes del vehículo, y factores de resistencia a la rodadura del 0,5 % para los ejes de un solo neumático y del 0,6 % para los ejes de dos neumáticos [Gleaser 2012].

En dicho estudio se concluyó que para una combinación típica de semirremolque europeo de 40 toneladas la potencia requerida es de 135kW, repartido porcentualmente dicho consumo de la siguiente forma:

- Resistencia a la rodadura 36%
- Resistencia del aire 40%
- Sistema de transmisión 9%
- Equipamiento auxiliar 15%

Teniendo en cuenta que hay distintos tipos de cabezas tractoras con más o menos potencia estos cálculos deben ser bastante acertados puesto que coinciden con los cálculos experimentales llevados a cabo en el estudio “Longer and Heavier Vehicles in the Netherlands” [Salet, 2010] (Ilustración 5.23), para el ministerio holandés de transporte y también se aproximan bastante a los resultados del estudio “Longer and Heavier Vehicles - An overview of technical aspects” [Leduc, 2009] (Gráfica 5.11), para la JRC de la Comisión Europea para un camión de 42 toneladas.

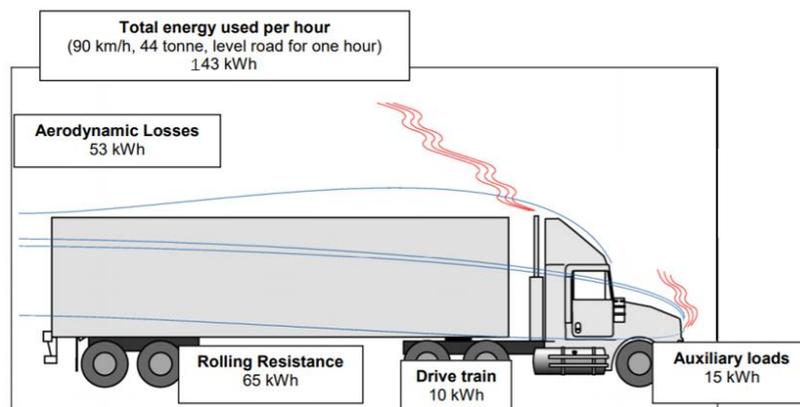
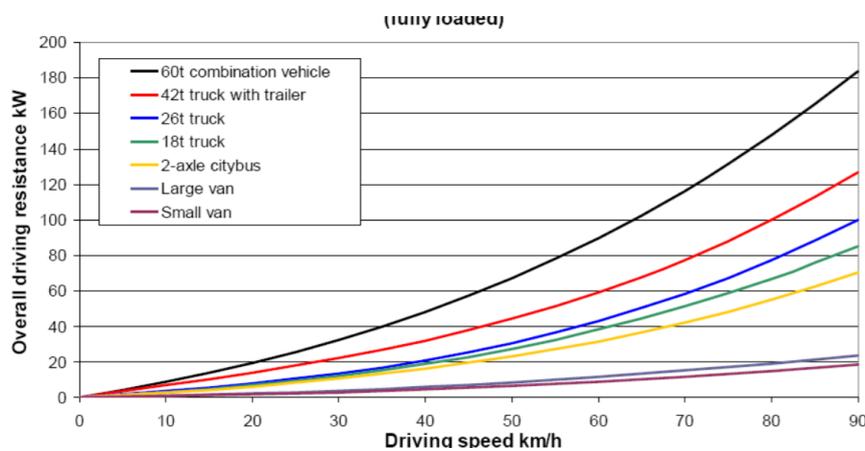


Ilustración 5.23 Consumo energético por hora - Salet, 2010



Gráfica 5.11 Consumo energético en función de la velocidad y la configuración. - Leduc, 2009

El consumo del camión de 20,55m y el de 18m será muy similar al de 16,5m. Aunque hay un aumento de longitud, su peso total no varía y aerodinámicamente son muy similares. Sabiendo el consumo energético y los coeficientes calóricos y de emisiones de los combustibles, podríamos sacar las emisiones (apartado 5.4).

5.4. Emisiones

La contribución del sector del transporte a la contaminación atmosférica europea es de entorno al 30% (Greenbook, 2007) y debería seguir disminuyendo con la renovación de la flota. En Francia, la contaminación atmosférica procedente de las carreteras disminuyó entre un 6% y un 3%, a pesar de un aumento del tráfico del 2,2% anual.

Según el reporte anual de Arcadis del año 2006, **el uso de vehículos euro modulares frente a los convencionales supuso un ahorro del 11% en emisiones de CO₂ y un 14% en emisiones de NO_x**, esto nos hace ver que los LHV desempeñan sin duda un papel en la reducción de las emisiones de CO₂, tanto en el transporte por carretera como en la conexión con el transporte intermodal.

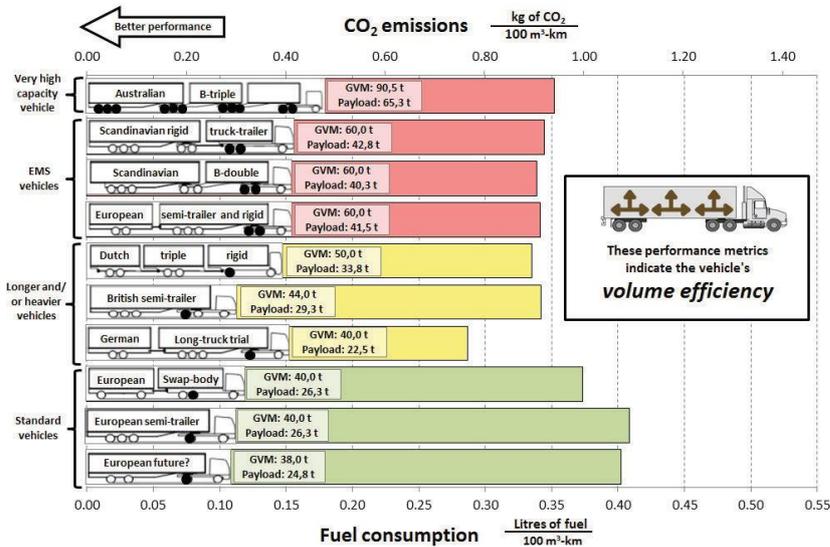
Además, también se están investigando métodos para reducir las emisiones de los LHV mediante el uso de combustibles alternativos. Según el estudio "Longer and Heavier Vehicles in Practice" [Kindt, 2011], estos serían los ahorros anuales en emisiones gracias al uso de LHVs de las 118 compañías que circulan por Holanda y han participado en el estudio.

- CO₂: 16 mill.
- NO_x: 177 K.
- PM₁₀: 3,7 K.
- SO₂: 0,25 K

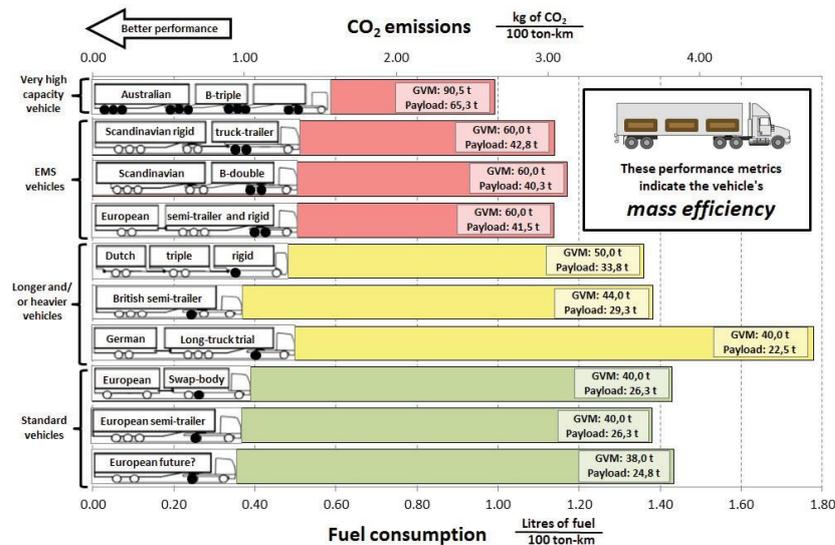
La cantidad de CO₂ producida es directamente proporcional al consumo de combustible, y por tanto si gracias al uso de camiones más grandes se reduce el consumo, con ello se reducirán las emisiones. Estas emisiones se estiman de la siguiente manera: La cantidad de combustible diésel consumido para aplicaciones en camiones es de aproximadamente 200 gramos/kWh (suponiendo una eficiencia del 50%). La masa de combustible diésel es de aproximadamente 850 gramos por litro. La cantidad de emisiones de CO₂ producidas por el gasóleo es de 2.668 kg/litro. Por lo tanto, la cantidad de CO₂ producida por kWh es de 0,627 kg [Salet, 2010] y [Glaeser, 2012].

Este último estudio que anteriormente hemos visto que concuerda en gran medida con los demás, desarrolló un análisis de la eficiencia de las

emisiones en función de si los camiones estaban saturados en volumen (gráfica 5.12) o en peso (Gráfica 5.13).



Gráfica 5.12 Eficiencia de las emisiones en vehículos saturados en volumen - Glaeser, 2012



Gráfica 5.13 Eficiencia de las emisiones en vehículos saturados en masa - Glaeser, 2012

Es evidente que los vehículos más grandes (con una densidad de carga óptima más alta) son más productivos que los vehículos más pequeños. Estos grandes camiones usan menos combustible y emiten menos carbono para una tarea de transportar cierta cantidad de carga. Aunque no sea objeto de estudio, vemos como el tren carretera alemán al tener una capacidad de carga menor, tiene un rendimiento pobre en términos de eficiencia de masa, pero un rendimiento excelente en términos de eficiencia de volumen al ser de gran tama

5.5. Infraestructuras

El uso de distintos pavimentos también afecta a la seguridad vial, al consumo y con este a las emisiones de CO2. Por ejemplo, los pavimentos de hormigón tienen una menor resistencia a la rodadura –lógicamente en detrimento de la adherencia– lo que permite un ahorro de combustible que a nivel global supondría 39 millones al año y redundaría en una disminución de las emisiones de CO2 de unas 82.000 toneladas, según estimaciones oficiales de este ministerio. Sin embargo, hay que señalar un mayor nivel de ruido debido al roce del neumático con esta superficie.

En este apartado se estudia que dicen los distintos informes sobre el impacto de los camiones de gran tamaño en las infraestructuras viales.

La interacción entre los vehículos pesados y el pavimento de las carreteras dista mucho de ser trivial debido al gran número de variables relacionadas con las características del vehículo, el tipo de pavimento y las condiciones ambientales. Como informaron Dodoo y Thorpe [Dodoo y Thorpe, 2005], **es importante tener en cuenta que los efectos perjudiciales de los vehículos pesados variarán con el tiempo y el espacio** (Ilustración 5.24)

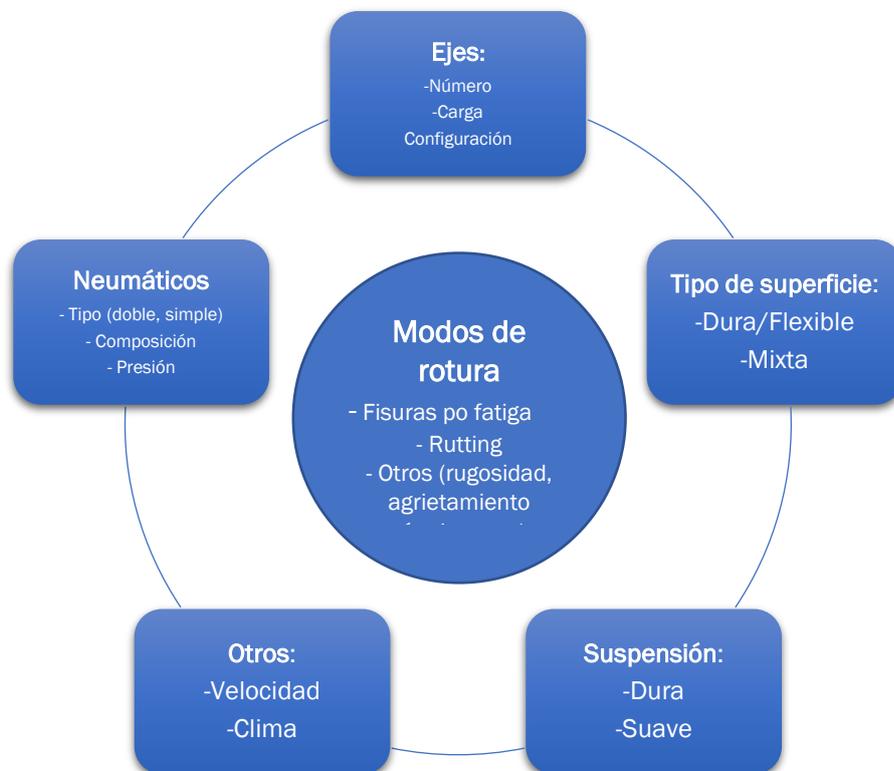


Ilustración 5.24 Efectos perjudiciales de los vehículos - Dodoo y Thorpe, 2005.

Por lo tanto, la "agresividad" de una carga no sólo depende de su configuración (eje simple, tándem, tridem, rueda simple o gemela) y de su intensidad, sino también la estructura del pavimento los neumáticos, el tipo de suspensión, las condiciones climáticas, etc. Las cargas por eje, combinado con todos estos parámetros relacionados con el vehículo y las características de la superficie de la carretera, dañará a diferentes niveles el pavimento de la carretera. Los factores más importantes son la carga dinámica por eje y las propiedades de la superficie de la carretera [Dodoo y Thorpe, 2005].

Con tantos parámetros, la evaluación del desgaste de las infraestructuras es complicada. Por ejemplo, la distancia entre ejes individuales dentro de un grupo de ejes puede afectar tanto al desgaste del pavimento como a los puentes. El aumento de la distancia entre ejes aumentaría el desgaste del pavimento (por ejemplo, la fatiga), pero también reduciría la tensión en los puentes debido a una mejor distribución longitudinal del peso. Por otro lado, la reducción del espacio reduciría el desgaste del pavimento, pero aumentaría la tensión en los puentes (mayor concentración de carga). Por lo tanto, debe lograrse un equilibrio, es decir, una separación óptima entre ejes [Leduc, 2009].

5.5.1. Incidencia sobre el firme

5.5.1.1. Incidencia del peso del vehículo

El diseño del firme está condicionado por el porcentaje de vehículos con más carga por eje y por la cuantía máxima de dicha carga durante el periodo de proyecto adoptado. La repetición de la carga/descarga en una sección del firme produce efectos acumulativos cuya consecuencia se conoce como fatiga del firme, decisiva para determinar la vida útil de la vía (Ilustración 5.25). Además, se tienen consideración las máximas presiones de contacto, las velocidades de circulación de los vehículos pesados, los esfuerzos tangenciales en curvas y zonas de frenado o aceleración, etc.

El pavimento tiene como principal función la de soportar las cargas de los vehículos, transmitidas a éste por sus respectivos neumáticos. La magnitud y distribución del peso del vehículo así como de la carga que transporta determina, junto con las

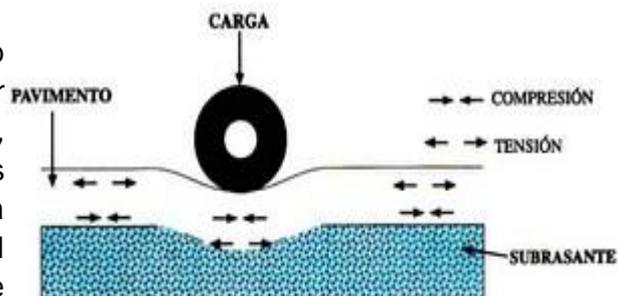


Ilustración 5.25 Incidencia de una carga sobre el pavimento - Posada, 2012

características mecánicas de los neumáticos, la forma de transmisión de la totalidad de las cargas. Para una misma carga, distintas presiones de inflado suponen un reparto diferente de las tensiones a lo largo de la superficie de contacto. Una mayor carga por eje acarreará un aumento del espesor de pavimento afectado por la misma, mientras que una mayor presión de inflado conllevará un aumento de las tensiones transmitidas al firme.

5.5.1.1. Incidencia de los ejes

Para evaluar el desgaste de la carretera, el peso total del vehículo no es el aspecto más relevante. Es más determinante el peso por eje, junto con el peso total que pasa por la vía. El peso máximo por eje varía de un país a otro. En España, un eje simple puede soportar legalmente (con diferentes matices poco relevantes para el tema que nos ocupa) hasta 11,5 t, un eje tándem 20 t y un eje tridem 24 t.

Los sistemas de camiones modulares de 25,25 m más comunes tienen siete u ocho ejes en comparación con los 5 ó 6 que tiene los de 18,75 m. En consecuencia, **los sistemas modulares pueden tener un menor peso promedio por eje y el peso total que una carretera soporta se reduce considerablemente al retirar de las carreteras uno de cada tres camiones, y su correspondiente tractora.** [Haide Backman + Rolf Nordström, Transport Research Institute (TFK), Report 2002:6E.]

La Asociación Americana de Oficiales de Carreteras y Transporte del Estado, AASHTO, creó una fórmula que describe el desgaste de la carretera, N , como dependiente del número de ejes equivalentes de 10 toneladas.

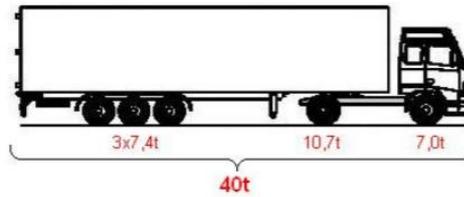
$$N_{10} = \sum (A/10)^\alpha$$

Ecuación 5.1 Desgaste carreteras en función de los ejes - TFK Report, 2002

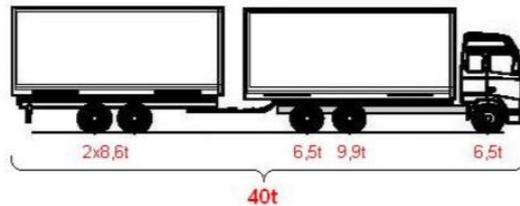
Donde $A = \text{Peso ejes}/10$ y α es una constante, entre 3-5. Lo más común, α se estima en 4, lo que significa que el desgaste de la carretera depende de la cuarta potencia de la carga por eje. El exponente depende del estándar de la carretera individual y una carretera de alto estándar corresponde a un factor más bajo.

Los LHV no necesariamente producen una mayor carga por eje. La ilustración 5.26 muestra que, según la ecuación 5.1, el LHV del ejemplo tiene un N_{10} más alto por vehículo. Sin embargo, el N_{10} por tonelada es en realidad más bajo, lo que significa que para la misma cantidad de mercancías transportadas el desgaste de la carretera es, por tanto, menos estresante [AkermanJonsson_2007].

Load capacity = 27t
 $N_{10} = 2,47$
 $N_{10}/\text{total weight} = 0,062$
 $N_{10}/\text{load weight} = 0,091$



Load capacity = 25t
 $N_{10} = 2,40$
 $N_{10}/\text{total weight} = 0,060$
 $N_{10}/\text{load weight} = 0,096$



Load capacity = 40t
 $N_{10} = 2,91$
 $N_{10}/\text{total weight} = 0,048$
 $N_{10}/\text{load weight} = 0,072$

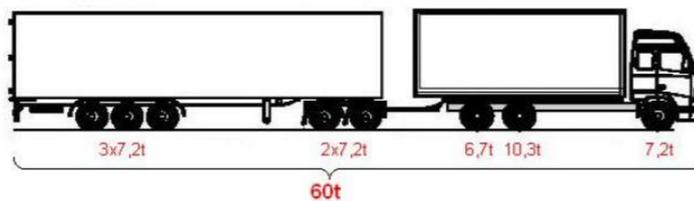


Ilustración 5.26 Desgaste de la carretera en base a la ecuación 5.1 - Akerman, 2007

La principal preocupación a este respecto es el grado en que el vehículo causará "surcos" en la superficie de la carretera, y puede calcularse utilizando el método COST 334 (Dirección General de Transporte de la Comisión Europea, 2001[1]) que utiliza las siguientes formulas:

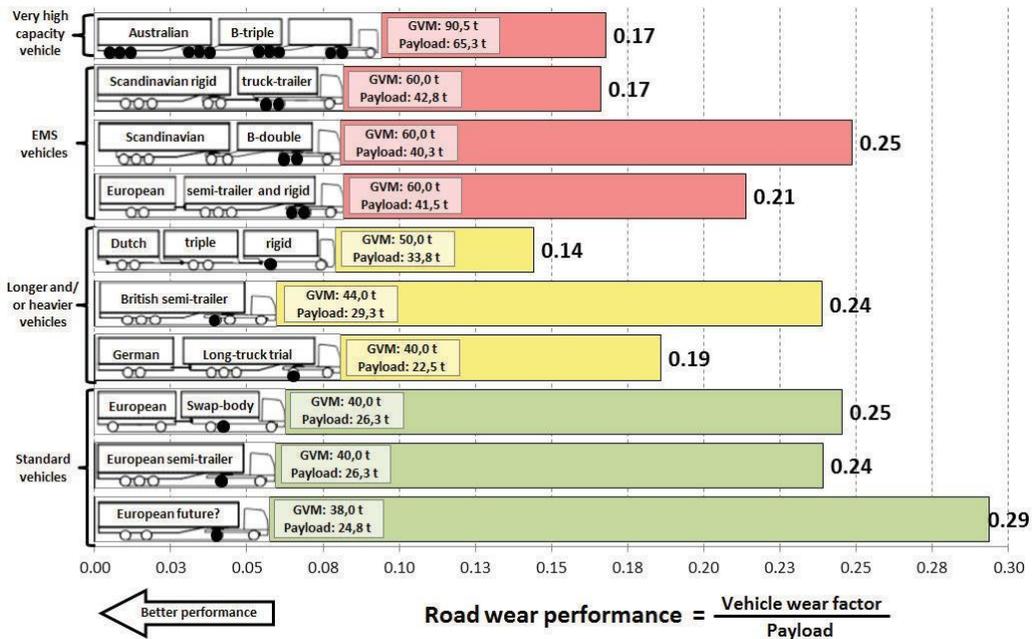
$$\text{Factor de Equivalencia de Carga (LEF)} = (\text{carga de un eje}/10)^2$$

$$\text{Factor de configuración del neumático (TCF}^*) = (\text{ancho del neumático}/470)-1,65 \times (\text{diámetro del neumático}/1059)-1,12$$

$$\text{Factor de daños relacionados con el eje (AWF)} = \text{TCF} \times \text{LEF}$$

$$\text{Factor de avería relacionado con el vehículo (VWF)} = Z (\text{AWF})^* \text{TCF}$$

Este método es el utilizado en el estudio "Comparison of the performance of heavy vehicles Results of the OECD" [Gleaser, 2012] y con el que obtienen los resultados expuestos en la gráfica 5.14.



Gráfica 5.14 Rendimiento de la carretera - Gleaser 2012

Como con el estudio anterior, podemos observar que los vehículos EMS, en función de su configuración pueden tener un impacto menor en la Carretera que los de uso convencional.

En base a estos resultados, podemos estimar que tanto el camión de 18m como el camión de 20,55m tendrá un factor muy próximo a lo que en la gráfica se denomina “European semi-trailer” o al “British semi-trailer, en torno a 0.24-0.25.

5.5.2. Incidencia en puentes

Como se indica en el informe TML[TML, 2008], el impacto de los LHV en los puentes se analiza con mayor frecuencia a nivel de los Estados miembros y no puede extrapolarse al resto de la UE. Debido a la heterogeneidad de las condiciones puente una evaluación de este tipo es realmente muy difícil. La mayoría de las conclusiones disponibles provienen de análisis específicos de cada país pueden dar lugar a resultados negativos por ejemplo, [TRL, 2008] para el Reino Unido y [Bast, 2006] para Alemania o más positivos como [CRR, 2007] para Bélgica.

Hay mucha literatura respecto a los efectos sobre puentes porque como se indica anteriormente, hay muchos informes de cada país, pero no más global, el estudio TML[TML, 2008] proporcionó un análisis relevante. Se evaluaron los impactos de las diferentes configuraciones y la fatiga de los puentes (también diferenciados por longitud). Los parámetros clave a tener en cuenta son:



- Para el vehículo: número de ejes, distancia entre ejes, cargas por eje, peso total del vehículo, velocidad.
- Para el puente: estructura, longitud del puente, edad..

Es muy difícil sacar conclusiones sobre el impacto de los LHV en los puentes en comparación con los vehículos industriales pesados estándar de 40 t. En este caso, la distancia entre ejes es al menos tan importante como las cargas por eje (la distribución longitudinal de la carga es un factor clave). En teoría, **un camión más largo asociado a un mayor espaciamiento de los ejes daría lugar a cargas menos concentradas, reduciendo así la tensión en los puentes.**

Por un lado, los LHV pueden presentar una mejor repartición de la masa longitudinal que puede considerarse positiva, pero, por otro, probablemente reducirán la vida útil del puente y la vida útil del mismo.

5.6. Congestión

Los vehículos pesados tienen un efecto significativo en el tráfico debido a sus mayores dimensiones y menor rendimiento, en comparación con un automóvil promedio. Históricamente, el Highway Capacity Manual (HCM) ha tratado el efecto de vehículos pesados utilizando una equivalencia experimental en vehículos de pasajeros (PCE), lo que reduce una mezcla heterogénea de tamaños, potencias y diseños en un flujo de tráfico homogéneo con un número equivalente de coches de pasajeros (PC).

Los factores PCE del HCM se basaron en condiciones de flujo libre y, por tanto, no son aplicables en condiciones de congestión, porque el efecto de vehículos pesados es significativamente mayor durante la congestión y la circulación en caravana. En especial, afecta en los ciclos de aceleración y deceleración, una situación normalmente experimentada en congestión o en condiciones de 'stop-and-go', suele imponer una restricción adicional en el rendimiento de los vehículos pesados. El estudio "Examining the effect of heavy vehicles on traffic flow during congestion" [Al-Kaisy & Jung, 2004] llega a las siguientes conclusiones:

- Al igual que en circulación en condiciones de flujo libre, el efecto de los vehículos pesados aumenta con la inclinación de la pendiente. En el régimen de flujo libre **en terreno plano, el efecto de vehículos pesados se atribuye principalmente al mayor espacio ocupado por éstos, debido a sus dimensiones e interespacios mayores.** En flujo libre en pendientes, el efecto de vehículos pesados se puede atribuir

a que las velocidades de crucero son menores que las de los turismos. En congestión, otro factor importante contribuye al efecto de vehículos pesados, tanto en terreno llano como en pendiente: el menor rendimiento de aceleración de los camiones en condiciones de 'stop-and-go'.

- La longitud de la pendiente sólo tiene un pequeño efecto con pendientes suaves, pero más significativo con pendientes más pronunciadas.
- En pendientes suaves aumenta el factor de equivalencia con el porcentaje de vehículos pesados, mientras que disminuye en pendientes más pronunciadas.
- En terreno plano, al crecer el número de vehículos pesados, aumenta la probabilidad de que los vehículos pesados ocupen los dos carriles en el lugar del cuello de botella, por lo que aumenta la impedancia del tráfico y el factor PCE. Con mayores pendientes, el mayor porcentaje de vehículos pesados incrementa la probabilidad de sucesivas llegadas de vehículos pesados en el lugar de cuello de botella (apelotonamiento) y la equivalencia de estas llegadas sucesivas (pelotones) es menor que la suma de sus efectos individuales sobre el tráfico.
- La ubicación del cuello de botella al final de la pendiente aumenta la equivalencia, más que cuando está al principio (efecto más acusado con 2 que con 3 carriles).

Por el contrario, al igual que pasa en los análisis anteriores, un menor número de camiones mitiga la mayoría de todas estas desventajas. En el gráfico de a continuación, se puede ver de una forma muy visual como el uso de vehículos EMS ayuda a aumentar el espacio libre de vehículos en la carretera.

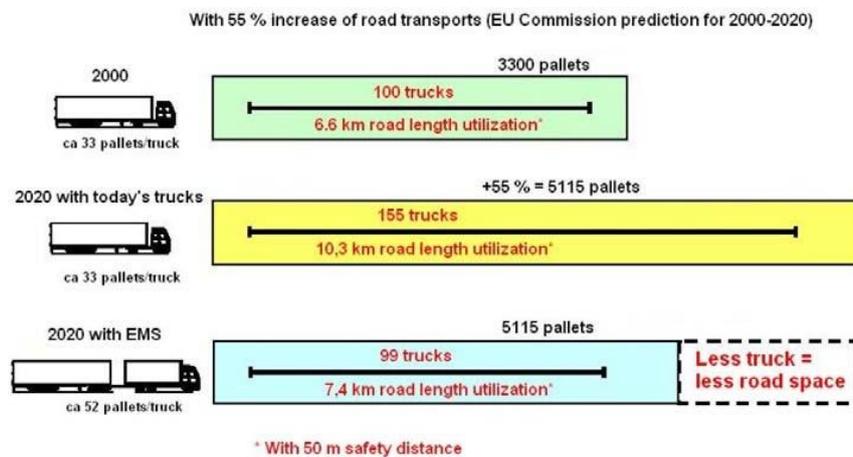


Ilustración 5.27 Reducción de calzada ocupada gracias al incremento del tamaño de los camiones – CETMO, 2011



Como se ha visto a lo largo del trabajo, si los camiones van saturados en masa hasta las 40 toneladas, vehículos como el diciotto o el 20,55m de Renault no ayudaría a descongestionar las vías, pero si tenemos en cuenta que vayan saturados en volumen, estos vehículos ayudarían a la descongestión al ser vehículos de mayor capacidad y además sin tener los inconvenientes que tienen los vehículos modulares en los trayectos a pocas velocidades en los que tienen que arrancar y frenar mucho.

Teniendo en cuenta el estudio de pallets realizado anteriormente, **con tres vehículos de 20,55m podríamos transportar los mismos pallets que con 4 de 16,5m**, esto supone reducir en un 25% el número de vehículos en la carretera. **En cuanto al Diciotto, la relación es más baja, con 5 camiones de 18m, podríamos transportar lo que con 6**, es decir, una reducción de un 16% de vehículos. Esta reducción del número de vehículos ayudaría a descongestionar las vías.

5.6.1. Hacia dónde va la gestión del transporte

Durante las últimas décadas, se ha favorecido la creación y ampliación de infraestructuras, porque se consideraba prioritario reducir la congestión, generar empleo a corto plazo en el sector de la construcción, etc. El enfoque de mejora de la movilidad (en particular, mediante ampliaciones viales) está arraigado en la planificación del transporte, pero después de la crisis de 2008 se vio que este modelo de gestión no era sostenible ni financieramente ni desde el punto de vista de la movilidad.

El transporte se puede gestionar atendiendo a la movilidad o a la accesibilidad. Estos son los principales argumentos a favor de cada opción:

	Priorizar la movilidad	Priorizar la accesibilidad
Argumentos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Incrementando el kilometraje per cápita, aumenta el PIB per cápita. ➤ Las políticas que restringen el uso del vehículo <u>privado</u> perjudican a la economía. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Propone incrementar la eficiencia y el uso racional del vehículo privado. ➤ Hasta un punto óptimo (4.000 millas/habitante-año), la productividad del sistema de transportes aumenta y, con ello, el PIB per cápita. Por encima, se reducen los beneficios marginales y los costes externos aumentan.
Estrategias	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Construir nuevas carreteras y ampliar las existentes. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gestionar la movilidad para incrementar la eficiencia del transporte.
Puntos débiles	<ul style="list-style-type: none"> ➤ No considera gastos de aparcamiento, de propiedad del vehículo, costes por el tráfico inducido... 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ La industria del vehículo privado tiene mucho peso en la economía y es difícil apoyar medidas en contra.

Tabla 5.7 Movilidad Vs Accesibilidad - CETMO, 2011



6. CONCLUSIONES Y FUTUROS DESARROLOS

La primera conclusión que he sacado con la realización de este trabajo es que **no afecta de la misma manera aumentar el tamaño de los camiones simplemente aumentando la longitud del semirremolque, que añadiendo otros remolques o semirremolques al mismo**. El comportamiento en carretera no es el mismo y con ello ni el consumo, ni las emisiones, aspectos de seguridad vial...

La conclusión más evidente es que **un aumento del tamaño de los camiones supone un aumento de la capacidad de la carga y con ello una disminución de los camiones que son necesarios para transportar la misma cantidad de carga**.

Debemos tener en cuenta que ese aumento de la capacidad de carga es especialmente determinante si los camiones van saturados en volumen y no en peso.

	Tren Carretera	EMS 25,25	Diciotto	20,55 Renault
Incremento volumen (%)	4,35%	57,41%	10,13%	32,15%
Incremento Superficie (%)	14,93%	57,34%	10,16%	32,07%
Incremento Peso (%)	0,00%	50,00%	0,00%	0,00%
Incremento nº Pallets	15,15%	57,58%	12,12%	33,33%

Tabla 6.1 Incrementos capacidad de carga frente al mega de 16,5m - Tabla de creación propia

Como se puede observar en tabla para todas las configuraciones de este trabajo, el aumento de capacidad de carga en volumen es superior al aumento de capacidad de carga en masa. Aunque en la mayoría de los casos es así como señala el estudio de Volvo Trucks, es un aspecto importante a tener en cuenta a la hora de determinar si merece la pena o no aumenta el tamaño de los camiones.

En términos de consumo y emisiones está muy claro que en la mayoría de los casos los vehículos más largos y pesados, aunque consumen más combustible individualmente, **consumen menos combustible y emiten menos CO2 por unidad de carga transportada que los vehículos típicos de diseño convencional**. Un aumento de la capacidad aumentando la longitud del semirremolque es más eficiente en términos de consumo que aumentarlo modularmente. En relación con los EMS está claro que el aumento de la masa bruta a 60 toneladas proporciona los mayores beneficios en términos de productividad y eficiencia de las emisiones.

Algunos estudios consideran que aunque a simple vista parezca que el uso de estos grandes camiones va a reducir las emisiones, su eficiencia será tal que aumentará su competencia con el ferrocarril disminuyendo el uso de

este y suponiendo un aumento neto de las emisiones del sector del transporte. En mi opinión no creo que se llegue a ese punto, considero que la modularidad de estos nuevos vehículos va a permitir una mejor combinación del transporte por carretera y ferrocarril suponiendo una relación positiva y eficiente para ambas formas de transporte.

En el apartado de seguridad hay menos consenso, todos los estudios están de acuerdo en que la longitud de los camiones afecta a su comportamiento en la carretera, la conclusión que saco después de leer distintos trabajos es que aunque los vehículos más largos y pesados a baja velocidad necesitan más espacio en la carretera, esto no significa **que los vehículos más largos sean intrínsecamente inseguros, sólo que su introducción debe limitarse a las zonas de la red de carreteras que se hayan investigado y determinado como aptas para albergarlas en condiciones de seguridad.** En cuanto a la seguridad dinámica, **los vehículos más largos y pesados pueden obtener resultados similares y en algunos casos, los vehículos EMS mejores que los que funcionan actualmente con un diseño convencional.** En este apartado un aumento de la longitud del semirremolque si que supone que el vehículo necesite un mayor ángulo de giro y sea por ejemplo más sensible al viento lateral.

De todas formas, es importante tener en cuenta lo ya mencionado anteriormente, gracias al uso de estos vehículos son necesarios menos para el transporte de la misma mercancía disminuyendo el número de camiones en la carretera y con ello la posibilidad de tener un accidente.

Respecto al impacto de los vehículos sobre las infraestructuras y en la congestión de estas, llego a una conclusión relativamente similar a la anterior. Las combinaciones de vehículos más largos y pesados deben considerarse para aumentar la productividad a fin de contribuir a reducir la congestión. Los vehículos con ejes insuficiente y una mala distribución de la carga en estos si que afectan más a las infraestructuras, pero si el peso está debidamente repartido se respetan las infraestructuras.

Los camiones deben construirse de manera que sean seguros y reporten beneficios económicos y medioambientales y, si se dispone de un número suficiente de ejes, no se producirán daños adicionales en la infraestructura.

En mi opinión es fundamental entender que las ventajas del aumento del tamaño de los vehículos de transporte es la reducción del número de los camiones necesario para transportar la misma carga, y para que ese el efecto de aumento de dimensiones sea lo más positivo posible, es necesario que se siga intentando optimizar la carga de los camiones.

La disminución del número de camiones conlleva las siguientes mejoras:

- **Mayor seguridad vial:** Aunque los vehículos no son necesariamente más seguros, un menor número de estos supone menos posibilidad general de accidentes.
- **Menor congestión de las vías:** Siguiendo con el argumento anterior, aunque estos vehículos son más lentos en situaciones de bajas velocidades, un menor número reducirá la congestión. Sin olvidar que estos vehículos están siendo diseñados para ser usados en ciertas carreteras, no para meterse en núcleos urbanos.
- **Menos emisiones:** Aunque individualmente sean camiones más pesado y con ello consuman más y emitan más CO₂, la tasa de emisión por tonelada transportada es menor.
- **Ahorros para las empresas:** Menos cabezas tractoras, menos camioneros, menos combustible...

Una imagen que ilustra muy bien lo que supone el uso de estos vehículos en comparación a otros más pequeño es la siguiente realizada por un estudio de Volvo (Ilustración 6.1).



Ilustración 6.1 Comparativa distintos vehículos de transportes de mercancías - Larsson, 2009

En un futuro próximo, debería ser definida una red especial de carreteras en la que puedan circular con seguridad vehículos más largos y pesados. Esta mejora de la red de carreteras también debería incluir medidas para abordar otros problemas relacionados con la introducción de vehículos más largos y pesados, como la revisión de la capacidad de carga de los puentes. Las nuevas tecnologías utilizadas en la construcción de vías y vehículos junto con una buena planificación y aplicación de políticas serán fundamentales para conseguir este objetivo.

También los camiones deben seguir sufriendo modificaciones. En España y el resto de Europa circulan camiones de **mayor altura** que los que han ocupado el análisis de este trabajo, si ciertos camiones especiales pueden tener más altura, ¿Porque no ampliar ese listado al resto de camiones? Esta sería una buena pregunta para un posible estudio. Otras investigaciones continúan buscando formas de aumentar la longitud de los camiones, desde mi punto de vista, pasar de los 20,55 m supondría muchos problemas en relación a los beneficios que pueden tener sobre los trenes carretera. Estos largos camiones de un solo remolque son más perjudiciales para las infraestructuras, más peligrosos y necesitan de mayores modificaciones de las infraestructuras como los muelles de carga. Por el contrario, **el aumento de la longitud de los trenes de carreta** también es un objeto importante de análisis. Países como Australia tienen grandes trenes carretera y aunque sea un país con una gran parte de su superficie despoblada y sin infraestructuras que supongan un problema para estos grandes vehículos modulares, sería interesante hacer una comparación en como se comportan esos camiones en áreas que puedan compararse a regiones europeas.



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES



7. Referencias



[ACEA, 2006] - Position paper reducing co2 emissions from heavy-duty vehicles empowering customers, strengthening market forces and working in an integrated approach.

[Akerman - Jonsson, 2007] -European modular system for road freight transport – experiences and possibilities.

[Akerman –Jonsson, 2007]- Vehicle efficiency: high capacity vehicles. decarbonising road freight.

[Aurell – Wadman, 2007] - Vehicle combinations based on the modular concept Background and analysis.

[ANFIA] - Progetto DICHIOTTO - Piano per la sperimentazione di complessi veicolari da 18 metri

[Backman, 2002] - Improved performance of european long haulage transport.

[Barton, 2003] – Literatura review of the safety of long combination vehicles and their operations in Canada.

[Barton, 2006] - transport Canada economic analysis directorate.

[Barton, 1998] – Study of long combination vehicles on two-lane highways.

[Breemersch, 2010] - Final report update and further development of transport model.

Informe sobre el impacto en el sector de una modificación de la normativa sobre pesos y dimensiones.

[Campos – Martinez, 2013] - Evaluación del impacto de los vehículos pesados de transporte de mercancías tipo T2S3 al pasar de 40 a 44t de M.M.A.

[Castillo – Manzano, 2016] - Contents lists available at sciencedirect transportation research part- e.

[Cazzola. 2018] - The future of trucks decarbonising road freight.

[CETMO, 2011]

Innovar en la gestión de la interacción vehículo pesado Carretera.

Danish road directorate evaluation of trial with european modular system final report, 2011.

Danish eco-combi trial.eco-combis in Denmark 2008 – 2011.

[Department for Transport, 2011] - Longer semi-trailer feasibility study and impact assessment final summary report department for transport.

[Doll, 2009] - Long-Term Environmental Effects of Mega-Trucks - Study funded by the Community of European Railways and Infrastructure Companies (CER).

[Elischer , 2008] - Review and risk assessment of increasing vehicle lengt.

Effects of adapting the rules on weights and dimensions of heavy commercial vehicles as established within Directive 96/53/EC TREN/G3/318/2007 European Commission Directorate-General Energy and Transport Unit Logistics.

[Ervin, 1984] - An overview of the dynamic performance properties of long truck combinations.

ETSC position on Longer and Heavier Goods Vehicles on the roads of the European Union.

[Faberi, 2015] - Trends and policies for energy savings and emissions in transport.

[Fontaras, 2004] - An experimental methodology for measuring of aerodynamic resistances of heavy duty vehicles in the framework of european co2 emissions .

[Garcia, 2004] - Estudio de Costes y Competitividad del Transporte de Mercancías por carretera.

[Glaeser, 2012] - Comparison of the performance of heavy vehicles Results of the OECD study: 'Moving Freight with Better Trucks'

[Grigoratos, 2017] - Assessment of the monitoring methodology for CO₂ emissions from heavy duty vehicles Pilot phase test-campaign report and analysis of the ex-post verification options.

[Grilis, 2005] - See discussions, stats, and author profiles for this publication. Efficiency Improvement of Road Haulage Using Long Vehicle .

[Grilis, 2010] - Longer combination vehicles and road safety.

[Hedeberg, 2004] - Swedish Road Administration (SRA).

[Horing, 2017] - Håndbog grundlag for udformning af trafikarealer anlæg og planlægning .

[IDAE, 2006] - Dirección General de Tráfico. Guía para la Gestión del Combustible en las Flotas de Transporte por Carretera.

[IEA, 2017] - The Future of Trucks Implications for energy and the environment.

[Insights series, 2017] - The Future of Trucks Implications for energy and the environment.

[Isiklar, 2007] - Simulation of complex articulated commercial vehicles for different driving manoeuvres.

[ITF, 2019] - Road safety in european cities performance indicators and governance solutions.

[Kindt, 2011] - Longer and Heavier Vehicles in practice.

[Kindt, 2011] - Monitoring Modal Shift Longer and heavier vehicles The follow-up measurement.

[Kopp, 2007] - The internalisation of external costs in the transportation system.Prepared.

[Knight, 2008] - Longer and/or Longer and Heavier Goods Vehicles (LHVs) – a study of the likely effects if permitted in the UK: Final Report.

[Knight, 2010] - Assessing the likely effects of potential changes to European heavy vehicle weights and dimensions regulations – Project Inception Report. I Knight, A Burgess, H Maurer B Jacob, M Irzik, L Aarts, & I Vierth

[Lahti, 2018] - HCT development in Finland.Otto Lahti



[Larsson, 2009] - Weight and dimensions of heavy commercial vehicles as established by Directive 96/53/EC and the European Modular System (EMS).

[Leach, 2013] - International journal of logistics research and applications: a leading journal of supply chain management.

[Leach, 2013] - High-capacity vehicles: an investigation of their potential environmental, economic and practical impact if introduced to UK roads.

[Leduc, 2009] - Longer and heavier vehicles for freight. An overview of technical aspects.

[Liimatainen , 2018] - Article Possible Impact of Long and Heavy Vehicles in the United Kingdom.

[Liimatainen , 2014] - Impacts of increasing maximum truck weight – case Finland.

[Liimatainen , 2010] - Trends of energy efficiency in Finnish road freight transport 1995–2009 and forecast to 2016.

[Lilja, 2014] - Implications of new 76 t trucks to Bridge Eurocodes in Finland

[Luijten, 2010] – lateral dynamic behaviour of articulated commercial vehicles.

[Lumsden, 2004] - Truck Masses and Dimensions - Impact on Transport Efficiency Prepared

Maliheh Sadeghi Kat - Performance Based Characteristics Of Long Heavy Vehicles (LHVs)

[Meers, 2016] - Longer and heavier vehicles in Belgium: A threat for the intermodal sector?

[Mikkola, 2018] Union internationale des chauffeurs routiers Internationale Union der Berufskraftfahrer - International Union of Professional Drivers .Proposal of longer vehicles in Finland

[Musso, 2019] - Resp. Area Tecnica e Affari regolamentari.

[Nykänen, 2007] - Longer and heavier trucks case Finland

[Nylund Erkkila, 2005] Heavy-duty truck emissions and fuel consumption simulating real-world driving in laboratory conditions

[Ortega] - Are Longer and Heavier Vehicles (LHVs) beneficial for society? A cost benefit analysis to evaluate their potential implementation in Spain.

[Ortega, 2011] - Efecto de la implantación del vehículo de 25,25 y 60 ton. - En España. balance del incremento de las dimensiones y capacidad de carga máximas de los vehículos pesados de transporte por carretera.

[Persyn, 2019] - Estimating road transport costs between EU regions .JRC Working Papers on Territorial Modelling and Analysis No 04/2019.

[Polders, 2016] - Proefproject Langere en Zwaardere vrachtwagencombinaties in Vlaanderen. Evaluatie van de effecten op verkeersveiligheid

[Posada, 2012] - Efecto de la cantidad de carga en el consumo de combustible en camiones.

[Posada, 2013] - Consumo de combustible en vehículos para transporte por carretera – Modelos predictivos.

[Rémy – ACEA] - Marginal social cost pricing in transport.

[Rakic, 2011] - Monitoring Traffic Safety Longer and heavier vehicles

[Ramberg, 2004] - Three Short Become Two Long, if the EU Follows the Example Set by Sweden and Finland

[Regehr, 2009] - Safety performance of longer combination vehicles relative to other articulated trucks.

[Reinhart, 2015] - Commercial Medium- and Heavy-Duty Truck Fuel Efficiency Technology Study – Report

[Rodríguez, 2018] - Fuel consumption testing of tractortrailers in the European Union and the United States

[Salet, 2010] - Longer and Heavier Vehicles in the Netherlands Facts, figures and experiences in the period 1995-2010

[Savy, 2009] - Freight transport modes: Competition, cooperation or areas of advantage?

[Schoettle, 2016] - A survey of fuel economy and fuel usage by heavy-duty truck fletes.

[Starnes, 2006] - Large-truck crash causation study: an initial overview

[USDTransportation, 2013] - Highway safety and truck crash comparative analysis . Final draft desk scan

[Vierth, 2014] - 41st European Transport Conference 2013, ETC 2013, 30 September – 2 October 2013, Frankfurt, Germany Effects of longer lorries and freight trains in an international corridor between Sweden and Germany.

[Vierth, 2008] - The effects of long and heavy trucks on the transport system Report on a government assignment. Inge Vierth Håkan Berell John McDaniel Mattias Haraldsson Ulf Hammarström Mohammad-Reza Yahya Gunnar Lindberg Arne Carlsson Mikael Ögren Urban Björketun

[Wideberg , 2003] - Study of stability measures and legislation of heavy articulated vehicles in different OECD countries.

[Wideberg , 2006] - Estudio y comparación de la maniobrabilidad y manejo de vehículos articulados de varios países

[Wideberg , 2009] A graphical user interface for the learning of lateral vehicle dynamics Johan Wideberg

[Wood, 2017] - Regulations governing the operation of longer combination vehicles in Canada.

[Woodrooffe, 2010] - Joint transport research centre safety, productivity, infrastructure wear, fuel use and emissions assessment of the international truck fleet a comparative analysis by



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES



Anexo



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES



Título: Consumo de combustible en vehículos para transporte por carretera -modelos predictivos	Fecha: oct-13
	Lugar de edición:
Subtítulo:	Publicación: Revista Ingenierías Universidad de Medellín
Colaboradores:	Nº Pags:
	Autor: John Jairo Posada Henao Carlos A. González-Calderón
Palabras clave: consumo de combustible, costo de operación vehicular, modelos	
Resumen: En este artículo se presentan modelos para la estimación del consumo de combustible en vehículos para transporte por carretera, basandose en literatura especializada del tema y de costos de operación vehicular en los cuales está inmerso el combustible necesario para la locomoción de los vehículos. El consumo de combustible está asociado a variables como las características del vehículo, carga transportada y carretera por la que se circula, por lo que se considera dentro de la estructura de costos de operación vehicular como una componente variable, representando entre el 20 % y 60 % de estos costos. Para su cuantificación existen métodos directos e indirectos que han permitido la creación de algunos modelos que predicen, con cierto grado de exactitud, el consumo para condiciones particulares de operación de los vehículos, los cuales deben ser adaptados a las condiciones particulares de cada lugar.	



Título: Study of stability measures and legislation of heavy articulated	Fecha:
	Lugar de edición: University of Seville, Spain
Subtítulo:	Publicación:
Colaboradores:	Nº Pags: 10
	Autor: Prof. Johan Wideberg, Dr. Erik Dahlberg, Martin Svensson
Palabras clave:	
Resumen: Este estudio se llevó a cabo para comparar una serie de medidas de estabilidad de los mercados europeos. Camiones pesados con el rendimiento de otras combinaciones de vehículos de alta capacidad en una gama de Países de la OCDE. Las comparaciones se realizan con combinaciones de camiones de acuerdo con la legislación de los Estados Unidos de América, Sudáfrica, Europa central y meridional y Escandinavia. También la legislación para configuraciones de alta capacidad en los países mencionados anteriormente son comparación, por ejemplo, pesos y dimensiones máximas. Este documento aborda la relación entre la política de tamaño y peso de los camiones, el manejo y la estabilidad del vehículo y, por lo tanto, la seguridad. La manipulación y la estabilidad son los mecanismos primarios que relacionan las características y la seguridad del vehículo. Las características también pueden influir en la seguridad mediante mecanismos distintos de la manipulación y la estabilidad. Por ejemplo, la longitud del vehículo puede afectar la seguridad a través de interacciones con otros vehículos, tales como como maniobras de adelantamiento y en el despeje de cruces, además de su influencia en el vehículo maniobrabilidad y estabilidad. Aquí la diferencia, debido a la tradición y otras razones son grandes cuando se comparan vehículos en diferentes países. El análisis se realiza utilizando la herramienta de simulación multicuerpo ADAMS. Las diferentes maniobras analizadas son la conducción en circuito circular, el cambio de carril y el repentino cambio en el ángulo de giro de la dirección. Además de las prestaciones dinámicas, también la medida estática se compara el radio de giro de las diferentes configuraciones.	

Título: Estudio sobre la viabilidad de la mejora en el transporte de mercancía mediante el uso de vehículos de gran capacidad (megatrucks) y la necesidad de adecuación de las infraestructuras	Fecha: mar-15
	Lugar de edición: Madrid
	Publicación: Oficemen
Colaboradores:	Nº Pags: 48
	Autor:
Palabras clave:	
Resumen: <p>La demanda de transporte tanto de mercancías como de viajeros se ha incrementado sustancialmente en las últimas décadas, produciéndose este incremento principalmente en el transporte por carretera más que en el ferroviario, el fluvial o el cabotaje. El transporte por carretera tiene ciertas desventajas como es la ocupación de suelo, el consumo elevado de energía y la mayor emisión de gases de efecto invernadero. Sin embargo, su versatilidad y su accesibilidad a todo el territorio hace que se espere un incremento continuado del mismo en los próximos años a pesar de la potenciación de otros modos de transporte llevada a cabo por la Unión Europea.</p> <p>Aprovechando la oportunidad brindada por las Directivas Europeas 96/53/CE y 2002/7/CE, que permiten la circulación de vehículos por encima de las dimensiones máximas establecidas para el transporte de mercancías en territorios nacionales, diversos países europeos están llevando a cabo pruebas para evaluar las ventajas y los inconvenientes de utilizar vehículos de grandes dimensiones (25 metros de longitud y 60 toneladas de peso). De algunos de estos proyectos se pueden extraer conclusiones positivas en lo referente a la reducción de costes y disminución de emisiones. Por el contrario, existen todavía numerosas incertidumbres en dos aspectos, la adecuación de las infraestructuras y la seguridad de este tipo de transporte.</p> <p>En lo referente a la adecuación de las infraestructuras, existen tres problemas principales: la influencia de las cargas sobre los firmes de carretera, la adecuación de la geometría de las carreteras a los radios de giro de camiones de gran longitud y la capacidad portante de las estructuras que deben resistir el peso transportado. En un segundo plano, podría ser también necesario adecuar los sistemas de seguridad de los túneles a este tipo de camiones.</p>	



Título: Commercial Medium- and Heavy-Duty Truck	Fecha: jun-15
	Lugar de edición: Washington, DC
Subtítulo:	Publicación: National Highway Traffic Safety Ad.
Colaboradores: Southwest Research Institute	Nº Pags: 302
	Autor: Thomas E. Reinhart
Palabras clave:	

Resumen:

Este proyecto de investigación tiene por objeto informar a la NHTSA y a la EPA sobre el desarrollo de la Fase 2 de los Gases de Efecto Invernadero. Para ello, se revisó documentación para identificar tecnologías potenciales de ahorro de combustible y revisar el estado. Se selecciona un gran número de tecnologías de motores y vehículos para un análisis adicional y su rendimiento. Se simula el ahorro de combustible para proyectar el potencial de ahorro de combustible de cada tecnología sobre una amplia gama de ciclos de trabajo. En la medida de lo posible, los datos experimentales se utilizan para informar y validar los resultados de la simulación. Todos los modelos básicos de motores y vehículos se validan con datos experimentales. Se revisan las compensaciones entre los niveles de NOx del motor y el consumo de combustible. Hay una revisión de consumo de combustible, economía de combustible y métricas de GEI, y de los procedimientos de prueba y análisis. El sistema compara y contrasta el consumo internacional de combustible de los camiones y las regulaciones de GEI.

Título: Vehicle efficiency: High Capacity Vehicles	Fecha: jun-18
	Lugar de edición: Paris
Subtítulo: Decarbonising Road Freight expert workshop	Publicación: International Transport Forum
Colaboradores:	Nº Pags: 18
	Autor: Dr Raimonds Aronietis
Palabras clave:	
Resumen: Este documento presenta el estudio del grupo de Trabajo de la ITF sobre STI para vehículos pesados: - Evolución económica y política - Impactos medioambientales del transporte - Soluciones futuras y soluciones disponibles hoy - Vehículos de alta capacidad: Por qué? - Tendencias en la adopción del AVC - Superar las barreras - Acomodación reglamentaria - La aplicación del transporte inteligente - Sistemas para influir en el acceso a la red de mercancías pesadas. ¿Se pueden hacer los vehículos de más capacidad? ¿Cómo puede un mejor marco reglamentario apoyar este cambio? - Enfoque basado en el estudio de casos.	



Título: Update and further development of transport model TREMOVE	Fecha: mar-10 Lugar de edición:
Subtítulo:	Publicación: Transport & Mobility Leuven
Colaboradores: European Commission	Nº Pags: Autor: Tim Breemersch (TML) Griet De Ceuster (TML) Cosimo Chiffi (TRT)
Palabras clave:	
Resumen: El presente informe describe el trabajo realizado en el proyecto de actualización TREMOVE para la Unión Europea Comisión, DG ENV. TREMOVE es un modelo de evaluación de políticas, diseñado para estudiar los efectos de diferentes tipos de transporte y las políticas medioambientales en el sector del transporte europeo. El modelo estima la demanda de transporte, modal los turnos y la renovación del parque de vehículos, así como las emisiones de contaminantes atmosféricos y el nivel de bienestar de políticas como las siguientes la tarificación de las carreteras, la tarificación del transporte público, las normas de emisión, las subvenciones para vehículos más limpios y otros. TREMOVE abarca el período 1995-2030 y sirve tanto para el transporte de pasajeros como para el de mercancías en la UE27, CH, NO, TR y HR. La Comisión identificó tres tareas principales: 1. Actualizar la base de datos de entrada de TREMOVE, basándose en los resultados de las FLOTAS, y proyectos EX-TREMIS, y otros estudios recientes, informes y literatura de investigación (capítulos II - IV). Se trata de actualizar los datos del pasado para permitir proyecciones precisas del futuro. 2. Formular un nuevo escenario de línea de base hasta el año 2030 basado en los datos actualizados y desarrollo del modelo TREMOVE en la medida de lo posible en línea con su participación en el proyecto iTREN2030 (capítulo V). En este capítulo, los supuestos básicos para las proyecciones a partir de 2006 son los siguientes se presentan. 3. Incluir 4 ejecuciones de sensibilidad para ambos escenarios (capítulo VI).	

Título: Evaluación del impacto de los vehículos pesados de transporte de mercancías tipo T2S3 al pasar de 40 a 44t de M.M.A.	Fecha:
	Lugar de edición:
	Publicación: Universitat Politècnica de Catalunya
Colaboradores: AECOC	Nº Pags: 65
	Autor: Dr. José Magín Campos Dra. Adriana Haydee Martínez
Palabras clave:	
Resumen: <p>La capacidad de carga de mercancía de los vehículos de transporte es un factor esencial de los costes de transporte. La legislación se ha ido acomodando a las necesidades de transporte de las empresas de forma que los pesos y dimensiones máximas autorizadas han ido aumentando progresivamente a lo largo de los años. La Directiva Europea 96/53/CE establece el peso y las dimensiones máximas de los vehículos de transporte de mercancías en el tráfico internacional. Sin embargo establece que los Estados miembros pueden autorizar la circulación en su territorio de vehículos destinados al transporte nacional de mercancías que no se ajusten a las dimensiones y pesos en ella indicados. En España el 83% de las mercancías transportadas (en toneladas) corresponde a transporte interior. Varios países europeos han hecho uso de esta facultad y han introducido las regulaciones para el uso de nuevas capacidades de transporte.</p> <p>El transporte de mercancía con vehículos con una masa de 44 toneladas o superior están permitidos con carácter general en numerosos países de la UE mediante vehículos de cinco ejes (tractoras de 2 ejes y semirremolques de 3 ejes -T2S3). En otros países está permitido el transporte con vehículos T2S3 con MMA de 42 toneladas con carácter general. En España las 44 toneladas con 5 ejes sólo están permitidas con tractora de 3 ejes (T3S2, T3S3) para el transporte combinado, con contenedor ISO de 40 pies, y con la limitación de 150 km. El presente estudio pretende analizar de forma cuantitativa el impacto del aumento de la MMA (Masa Máxima Autorizada) a 44 toneladas en España para los vehículos T2S3, comúnmente utilizados en el transporte, en los apartados:</p> <ul style="list-style-type: none">• Potencial de uso de las 44 tn.• Impacto en el desgaste de los firmes de las infraestructuras.• Impacto en las emisiones de gases de efecto invernadero.• Impacto económico.	



Título: Consumo de combustible en vehículos para transporte por carretera - modelos predictivos	Fecha: oct-13
Subtítulo:	Lugar de edición:
Colaboradores:	Publicación: Revista Ingenierías Universidad de Medellín
Palabras clave: consumo de combustible, costo de operación vehicular, modelos	Nº Pags: 11
	Autor: John Jairo Posada Henao Carlos A. González-Calderón
Resumen: En este artículo se presentan modelos para la estimación del consumo de combustible en vehículos para transporte por carretera, basándose en literatura especializada del tema y de costos de operación vehicular en los cuales está inmerso el combustible necesario para la locomoción de los vehículos. El consumo de combustible está asociado a variables como las características del vehículo, carga transportada y carretera por la que se circula, por lo que se considera dentro de la estructura de costos de operación vehicular como una componente variable, representando entre el 20 % y 60 % de estos costos. Para su cuantificación existen métodos directos e indirectos que han permitido la creación de algunos modelos que predicen, con cierto grado de exactitud, el consumo para condiciones particulares de operación de los vehículos, los cuales deben ser adaptados a las condiciones particulares de cada lugar.	

Título: Estimating road transport costs between EU regions	Fecha: 2019
	Lugar de edición: Sevilla
Subtítulo:	Publicación: European Commission
Colaboradores: JRC Technical Reports	Nº Pags: 31
Palabras clave:	Autor: Persyn, D. Díaz-Lanchas J., Barbero
Resumen: Los costes de transporte son un elemento crucial de cualquier modelo económico espacial. Sorprendentemente, no se dispone fácilmente de estimaciones detalladas de los costes de transporte a nivel espacial para la UE. En este documento abordamos esta cuestión mediante la estimación de un nuevo conjunto de datos sobre el transporte de mercancías por carretera, costes de las mercancías para las regiones de la UE al nivel NUTS 2. Con la intención de comprender más fácilmente el concepto de coste de transporte (GTC), calculamos el coste compuesto relacionado con la distancia y el tiempo para la ruta óptima de un camión representativo. Consideramos rutas aleatorias entre grades centros de población e industriales. Estos costes de transporte se promedian para obtener una matriz de costes de origen-destino (en euros) en el momento de la compra nivel de par de regiones. El método de muestreo también permite calcular el transporte medio dentro de las regiones. También consideramos el efecto de los cambios en los componentes del GTC para evaluar las políticas de transporte. Hemos creado una herramienta de política de transportes para evaluar el impacto de la inversión en infraestructura de transporte por carretera en una región, considerando la posibilidad de mejorarla caminos a las carreteras. Aplicamos esta herramienta para estudiar la inversión en infraestructura de transporte a través del programa de la Política de Cohesión Europea 2014-2020.	



Título: Large-Truck Crash Causation Study: An Initial Overview	Fecha: ago-06
	Lugar de edición:
Subtítulo:	Publicación: NHTSA's National Center for Statistics and Analysis
Colaboradores:	Nº Pags: 56
	Autor: Marc Starnes
Palabras clave: Large-truck crash causation study, LTCCS, crash	
<p>Resumen:</p> <p>El Estudio de Causalidad de Choques de Camiones Grandes (LTCCS, por sus siglas en inglés) es un proyecto de recolección de datos llevado a cabo por el Instituto Nacional de Seguridad de Tráfico en Carreteras (National Highway Traffic Safety (NHTSA) y la Administración Federal de Seguridad de Autotransportes (FMCSA) del Departamento de Transporte de los Estados Unidos (USDOT). El Centro Nacional de Estadísticas y Análisis de la NHTSA (NCSA, por sus siglas en inglés) trabajó junto con la FMCSA para desarrollar el LTCCS, que se llevó a cabo dentro del Sistema Nacional de Muestreo Automotriz (NASS) que opera la NCSA.</p> <p>Las tablas de este informe se crearon a partir de los datos recopilados en el LTCCS. Si bien la LTCCS recopiló datos sobreaproximadamente 1.000 variables, las tablas presentadas en este informe comprenden sólo una muestra de estas variables. El LTCCS completo puede utilizarse conjuntamente para examinar un gran número de cuestiones relacionadas con los accidentes de camiones de gran tamaño. Una sección se centra en las variables de "nivel de colisión", que proporcionan el recuento de colisiones que se produjeron bajo ciertas características (por ejemplo, colisión) segmentados en función del número de vehículos que se encontraban en el accidente). La siguiente sección incluye tablas que se presentan en el "Nivel del vehículo". Por lo tanto, estas tablas proporcionan un recuento del número de vehículos involucrados en ciertos tipos de choques.</p>	

Título: Longer and Heavier Vehicles for freight transport	Fecha: 2009 Lugar de edición:
Subtítulo:	Publicación: JRC Scienific and Technical Reports
Colaboradores:	Nº Pags: 40 Autor: Panayotis CHRISTIDIS Guillaume LEDUC
Palabras clave:	
Resumen: Este documento se centra en el análisis estadístico de como afectan los vehículos de 25,25 m a lo que Piecyk denomina costes externos: - Accidentes - Congestion - Ruido - Emisiones - Infraestructura Para ello realiza la Simulación de Monte-Carlo que consiste en repetir muchas veces un experimento con la finalidad de obtner datos estadisticos que se aproximen porcentualmente a la realidad. Antes de esto, tiene una breve comparación de otros estudios sobre los LHVs.	



Título: Road Safety in European Cities	Fecha:
	Lugar de edición: Paris
Subtítulo: Performance Indicators and Governance Solutions	Publicación: International transport Forum
Colaboradores:	Nº Pags:
	Autor:
Palabras clave:	
Resumen: Este informe compara los resultados de la seguridad vial en 72 zonas urbanas, principalmente en Europa, e ilustra las soluciones de legislativas para mejorar la seguridad vial urbana con estudios de caso realizados en Lisboa (Portugal) y Riga (Letonia). El informe propone nuevos indicadores de seguridad vial para evaluar el nivel de riesgo de cada modo de transporte. Datos de 31 perímetros administrativos recogidos directamente de los gobiernos locales. De ellos, 19 están en Europa, 10 en América y 2 en Oceanía. Los datos de otras 41 áreas urbanas funcionales (FUA) en Europa se obtuvieron de fuentes nacionales y europeas. Se creó una red de expertos en seguridad vial para apoyar la recopilación de datos y compartir experiencias con el análisis de la seguridad vial y la formulación de políticas. Los miembros de esta red se reunieron en cinco rondas de debate entre abril de 2017 y noviembre de 2018 en el marco de la iniciativa de la ITF sobre calles más seguras. Se llevaron a cabo entrevistas adicionales con las partes interesadas e investigaciones documentales para esbozar la función de las políticas y los marcos de gobernanza específicos, poner de relieve soluciones prácticas y formular recomendaciones para mejorar la seguridad vial urbana.	

Título: Possible Impact of Long and Heavy Vehicles in the United Kingdom—A Commodity Level	Fecha: jun-18
	Lugar de edición:
Subtítulo:	Publicación: Sustainability
Colaboradores:	Nº Pags: 19
	Autor: Heikki Liimatainen, Phil Greening , Pratyush Dadhich, and Anna Keves
Palabras clave: longer heavier vehicles; road freight transport; CO2 emissions; transport costs	
Resumen: Los efectos potenciales de la implementación de vehículos más largos y pesados (LHVs) en el transporte de mercancías por carretera se han estudiado en varios países, a nivel nacional e internacional, en Europa. Estos estudios se han centrado en la aplicación de los vehículos industriales ligeros a determinados tipos de productos básicos y en la experiencia de países como Finlandia y Suecia, que tienen una larga tradición en el uso de vehículos industriales ligeros, y en los que los vehículos industriales ligeros utilizados para todos los tipos de productos básicos no se han utilizado ampliamente. El objetivo de este estudio era evaluar el impacto de los vehículos largos y pesados en diversos productos básicos en el Reino Unido sobre la base de la experiencia finlandesa, con el fin de estimar el posible ahorro de kilómetros, costes y emisiones de CO2 de los vehículos de transporte de mercancías por carretera en el Reino Unido en caso de que se introdujeran y utilizaran vehículos industriales ligeros de forma similar a como se hace en Finlandia en el transporte de diversos productos básicos. El estudio muestra que el ahorro que supondría la introducción de vehículos más largos y pesados en el Reino Unido sería de entre 1.500 y 2.600 millones de kms de vehículos, entre 700 y 1.500 millones de libras esterlinas en costes de transporte y entre 350 y 720 millones de toneladas de emisiones de CO2. Estos findings están en línea con los anteriores findings en otros países. El resultado es que se pueden conseguir ahorros considerables en el volumen y las emisiones de traffic y es muy probable que estos ahorros superen los posibles efectos de la transferencia modal del ferrocarril a la carretera.	



Título: Trends of energy efficiency in Finnish road freight transport 1995–2009 and	Fecha: jun-10
	Lugar de edición:
Subtítulo:	Publicación: ELSEVIER
Colaboradores:	Nº Pags: 11
	Autor: Heikki Liimatainen , Markus Pollanen
Palabras clave: Energy efficiency Road freight transport	
Resumen: En este documento se presenta un marco para modelar y analizar la eficiencia energética del transporte de mercancías por carretera se . Este marco se pone a prueba utilizando los datos del sistema finlandés de transporte de mercancías por carretera.. Los datos se mejoraron calculando el consumo de combustible para cada viaje estudiado. Para calcular esto, se estimaron las funciones de consumo de peso y combustible para cada uno de los vehículos de la clase Euro y de las carreteras. Este es un nuevo método para analizar la eficiencia energética del transporte de mercancías por carretera y podría ser se aplica también en otros países, recopilando datos sobre el transporte de mercancías mediante encuestas continuas a las empresas. El análisis muestra que la eficiencia energética del transporte de mercancías por carretera en Finlandia mejoró durante 1995-2002, pero ha disminuido desde entonces. Los principales impulsores del desarrollo han sido los cambios en el nivel de funcionamiento en vacío y eficiencia de combustible del vehículo. Extrapolando las tendencias estadísticas actuales de los factores que la eficiencia energética muestran que el objetivo fijado por el Gobierno finlandés de mejorar la eficiencia energética no se alcanzará una eficiencia energética del 9% hasta 2016. Sin embargo, es posible alcanzar el objetivo por una combinación de pequeños cambios en algunos determinantes	

Título: Longer combination vehicles and road safety	Fecha: feb-10 Lugar de edición:
Subtítulo:	Publicación:
Colaboradores:	Nº Pags: 9 Autor: Aivis Grīslis
Palabras clave: Longer Combination Vehicles (LCVs), configurations of LCVs, road safety	
Resumen: El objetivo de este documento es explorar la relación entre las características de los vehículos de combinación más largos y las cuestiones de seguridad vial. Los vehículos industriales ligeros son vehículos de carretera que superan las dimensiones de los vehículos de combinación de camión-remolque pesado típico o estándar o de los vehículos de combinación de camión-remolque y semirremolque en longitud o longitud y peso. Se enumeran y describen varias áreas que probablemente se beneficiarán a través de los vehículos industriales ligeros. El análisis de la revisión de la literatura se realiza en las áreas en las que se pueden encontrar problemas adicionales utilizando vehículos industriales ligeros. Se analizan varios factores de ingeniería como la resistencia al vuelco, los parámetros de la trayectoria de barrido, la capacidad del vehículo para acelerar y mantener la velocidad, así como el rendimiento de frenado. Se han analizado varios proyectos de investigación sobre el análisis de accidentes de tráfico para comparar sus conclusiones sobre la seguridad vial de los vehículos industriales ligeros. Se proporciona el análisis de los debates relacionados con las cuestiones de seguridad del tráfico de los vehículos industriales ligeros. Algunos expertos en transporte y grupos comunitarios tienen puntos de vista contradictorios sobre los problemas de seguridad vial de los vehículos industriales ligeros. Las opiniones y argumentos de ambas partes se discuten en este documento. Se describen varias mejoras técnicas en el diseño de vehículos industriales ligeros y la importancia de los programas de formación de conductores.	



Título: Exploring the relationship between truck load capacity and	Fecha: mar-15
	Lugar de edición:
Subtítulo:	Publicación: ELSEVIER
Colaboradores:	Nº Pags: 16
	Autor: José I. Castillo-Manzano. Mercedes Castro-Nuño. Xavier Fageda.
Palabras clave: Road freight transport Truck types Load capacity Road safety Panel data European	
Resumen: Aplicando técnicas econométricas a los datos del panel EU28 y controlando variables explicativas como los tipos de carreteras, se puede afirmar que el aumento de la capacidad de carga de los camiones no necesariamente agrava la seguridad vial. Los camiones pesados no parecen estar relacionados con un mayor número de fatalidades/accidentes, los camiones medianos parecen ser los de peor desempeño en términos de fatalidades, y los camiones ligeros parecen ser los peores para accidentes. En resumen, nuestros resultados aclaran la compleja relación entre la capacidad de carga de los camiones y la seguridad vial, señalando la existencia de una correlación negativa para los accidentes per cápita y una curva en forma de U inversa para las muertes per cápita.	

Título: IMPACTS OF INCREASING MAXIMUM TRUCK WEIGHT – CASE FINLAND	Fecha:
	Lugar de edición:
Subtítulo:	Publicación:
Colaboradores:	Nº Pags: 11
	Autor: Heikki Liimatainen, Lasse Nykänen
Palabras clave: high capacity transport, road freight transport, CO2 emissions, cost efficiency	
<p>Resumen:</p> <p>Este trabajo estudia y describe como el gobierno finlandés permitió que los camiones de transporte de alta capacidad (HCT) operaran libremente en las carreteras finlandesas en octubre de 2013. El nuevo reglamento aumentó el límite máximo de peso de los camiones a 76 toneladas y el límite máximo de altura a 4,4 metros con respecto a los límites de peso y altura anteriores del sistema modular europeo (60 toneladas y 4,2 metros), que ya estaban en uso en Finlandia. El propósito de este documento es analizar cómo los nuevos camiones HCT han afectado al sector finlandés del transporte de mercancías por carretera, centrándose en las cargas medias, los volúmenes de transporte, la rentabilidad y las emisiones.</p> <p>Diseño/método/enfoque: El estudio presenta un análisis cuantitativo en el que se combinan los datos de las estadísticas nacionales de transporte de mercancías por carretera de 2013 a 2015 con los datos de consumo de combustible de las bases de datos LIPASTO y NTM utilizando el modelo de gestión de flotas de camiones KAHMA (Liimatainen & Nykänen 2014; Statistics Finland 2016). Esto permite un análisis de los impactos de los camiones HCT durante el período de tres años.</p>	



Título: Longer and heavier vehicles in Belgium: A threat for the	Fecha: sep-15
	Lugar de edición:
Subtítulo:	Publicación: ELSEVIER
Colaboradores:	Nº Pags: 12
	Autor: Dries Meers ,Tom van Lier, Cathy Macharis
Palabras clave: Longer and heavier vehicles Intermodal transport	
Resumen: Este trabajo estudia como para lograr la reducción de los costes de transporte y reducir el impacto medioambiental del transporte por carretera, diferentes países europeos permiten o prueban vehículos más largos y pesados en su red de carreteras. En Bélgica, la región de Flandes inició una prueba en 2015 que permitió un número limitado de vehículos más largos y pesados en una selección de rutas aprobadas. Una preocupación entre los operadores intermodales es, sin embargo, que una franquicia de vehículos más largos y pesados podría desencadenar una transferencia modal inversa del transporte de contenedores por ferrocarril y por vías navegables interiores. A partir de las experiencias de otros países europeos, en este trabajo se discute lo siguiente impacto espacial potencial de permitir vehículos más largos y pesados en las áreas de mercado de terminales de transbordo intermodales que utilizan un modelo de análisis de localización basado en sistemas de información geográfica. En una segunda fase, los costes externos de transporte se incorporan a este proceso.	

Título: The socioeconomic impact of limiting heights of heavy vehicles—The case of Norway	Fecha: 2014
	Lugar de edición: Noruega
Subtítulo:	Publicación: ELSEVIER
Colaboradores:	Nº Pags: 8
	Autor: James Odecka, Arild Engebretsen
Palabras clave: Regulating vehicle heights Benefit cost analysis EU directive 96/53/EC Decision	
<p>Resumen:</p> <p>Este documento trata de explicar y razona porque todas las empresas del sector del transporte deberían someterse a algún tipo de análisis de costes como parte de un proceso de toma de decisiones informado. El ACB se utiliza en este documento para asesorar al gobierno noruego sobre el impacto de limitar la altura de los vehículos pesados a 4,0 m, como sugiere la Directiva 96/53/CE de la Unión Europea. Actualmente, Noruega no limita la altura de los vehículos. Utilizamos las medidas de altura de los vehículos tomadas de la red de carreteras noruega y calculamos los costes y benefits que resultarían si se aplicara la directiva. Los resultados revelan, como máximo, que (i) limitar la altura de los vehículos a 4,0 m aumentaría la distancia recorrida por los vehículos pesados noruegos en aproximadamente 1,66%; (ii) los costes anuales del transporte por carretera aumentarían en aproximadamente 1.200 millones de coronas noruegas; (iii) los costes anuales de las emisiones de CO2 aumentarían en aproximadamente 20 millones de coronas noruegas, y los costes anuales de las emisiones de NOx aumentarían en 14 millones de coronas noruegas; y (iv) el coste anual de los accidentes de carretera aumentaría en 10 millones de coronas noruegas. Los resultados muestran que, de aplicarse, Noruega sufriría una pérdida socioeconómica de aproximadamente 24.600 millones de coronas noruegas en un plazo máximo de 25 años. Además, un análisis de sensibilidad con respecto al aumento previsto de los kilómetros recorridos por los vehículos indica que las conclusiones derivadas son sólidas. Por lo tanto, en este documento se aconseja al gobierno que no aplique el reglamento.</p>	



Título: Are Longer and Heavier Vehicles (LHVs) Beneficial for Society? A Cost Benefit Analysis	Fecha:
	Lugar de edición:
Subtítulo:	Publicación:
Colaboradores:	Nº Pags: 19
	Autor: A. Ortega JM. Vassallo
Palabras clave:	
Resumen: En este trabajo se realiza una revisión exhaustiva de la investigación actual relacionada con los beneficios y los costes derivados de la implementación de vehículos más largos y pesados (LHVs). A partir de esta revisión concluimos que, a pesar de los numerosos estudios disponibles, poco se ha dicho sobre los beneficios y los costes para el rendimiento final de las variables clave relacionadas con la evolución de la economía, el rendimiento del transporte por carretera, la seguridad, etc. Para cubrir esta laguna, hemos diseñado un enfoque de sensibilidad basado en una herramienta de análisis de costes benefit para determinar qué variables son las que más muestran influence en benefits y los costes derivados de la implantación de los vehículos industriales ligeros. Para probar la metodología, la hemos utilizado en un análisis de la red troncal española. Los resultados muestran que el benefits de LHVs para la sociedad es significant Incluso en el escenario menos favorable, los económicos benefits son superiores a E 3500 millones en 15 años, y el medio ambiente también mejora, ya que las emisiones de CO2 se reducen en 2 millones de toneladas. En general, observamos que los resultados no son muy sensibles a la evolución de las variables clave a la hora de determinar el resultado de final Sin embargo, encontramos que las variables que más afectan a final benefit, como el crecimiento de traffic y la tasa de descuento social, dependen básicamente del desempeño de la economía en su conjunto. Además, el coste privado para los transportistas parece ser más importante a la hora de determinar el beneficio final que los costes externos.	

Título: Effects of longer lorries and freight trains in an international corridor between Sweden	Fecha: sep-13
	Lugar de edición:
Subtítulo:	Publicación: ELSEVIER
Colaboradores:	Nº Pags: 9
	Autor: Inge Viertha, Rune Karlssona
Palabras clave:	
Resumen: <p>En este artículo se estudian los efectos de permitir el uso de combinaciones de vehículos de carretera más largos y/o trenes más largos en un corredor intermodal de mercancías que se extiende desde el centro de Suecia hasta la zona del Ruhr en Alemania. El diseño de los transportes se basa en las dimensiones más pequeñas de la cadena de transporte, actualmente 18,75 m para camiones en Alemania y 650 m para trenes en Suecia. La cuestión que se investiga es si el sistema de transporte puede mejorarse utilizando vehículos más largos para el transporte por carretera, ferroviario o ambos. Se simulan diez escenarios con la ayuda del modelo sueco de carga nacional, Samgods. En el caso hipotético de la carretera 1 se supone que se permiten camiones de 25,25 m de longitud en todo el corredor vial (que también incluye un enlace de transbordadores). Además, se supone que los camiones más largos pueden acceder al corredor de carreteras en Alemania a través de las terminales. En el caso hipotético del ferrocarril 1, se pueden utilizar trenes de mercancías de 750 m de longitud en el corredor ferroviario que pasa por Jutlandia/Dinamarca. En el escenario combinado de la carretera 1 + ferrocarril 1, se supone que en el corredor pueden utilizarse tanto camiones más largos como trenes más largos. Se estudian los efectos sobre los flujos de mercancías, el reparto modal, los costes logísticos y las emisiones de CO2 y se realizan análisis socioeconómicos aproximados.</p>	



Título: Regulations governing the operation of longer combination	Fecha: oct-17
	Lugar de edición:
Subtítulo:	Publicación:
Colaboradores:	Nº Pags: 12
	Autor: Steven Wood and Jonathan D. Regehr
Palabras clave: longer combination vehicles, truck regulations, traffic operations, geometric	
Resumen: Este documento estudia los permisos que rigen la actividad de vehículos de combinación más largos (LCV) en Canadá tienen como objetivo aprovechar las ventajas de productividad de los LCV en relación con otras configuraciones de camiones, al tiempo que someten las operaciones de LCV a estrictos controles reglamentarios. A partir de 2016, nueve de las 13 provincias y territorios permiten la explotación de vehículos industriales ligeros en una red de carreteras de 17 000 km. Este artículo sintetiza la normativa LCV en estas jurisdicciones dentro de cinco categorías: (i) requisitos de permiso del transportista, (ii) límites de tamaño y peso del camión, (iii) equipo (iv) las condiciones de funcionamiento, y (v) las cualificaciones de los conductores. Si bien persisten las diferencias específicas de jurisdicción, la síntesis revela una uniformidad regulatoria a nivel regional. El artículo identifica cómo estas regulaciones influyen en el diseño de las carreteras, las operaciones y las decisiones de gestión relativas a la adaptación de las características de funcionamiento del vehículo industrial ligero, las características espaciales y el control temporal de las operaciones de vehículos industriales ligeros, la elegibilidad de los conductores y transportistas para operar vehículos industriales ligeros, y las oportunidades para la reglamentación de los mismos. A medida que aumenta la actividad de los vehículos industriales ligeros, la necesidad de considerar formalmente las características de los vehículos industriales ligeros en estas decisiones se hace más evidente.	

Título: Safety performance of longer combination vehicles relative to other articulated trucks	Fecha:
	Lugar de edición:
Subtítulo:	Publicación: NRC Research Pres
Colaboradores:	Nº Pags: 10
	Autor: Jonathan D. Regehr, Jeannette Montufar, and Garreth Rempel
Palabras clave: truck safety, longer combination vehicles, regulatory policy	
Resumen: Este artículo ayuda a mejorar la comprensión de las prestaciones de seguridad de los vehículos de combinación más largos (LCVs) en relación con otros camiones articulados que operan en carreteras rurales, utilizando evidencia de la porción canadiense del corredor comercial CANAMEX. El análisis revela que, desde el punto de vista de la tasa de colisión, los vehículos industriales ligeros en su conjunto tienen una mayor seguridad que otros camiones articulados. Los dobles de la autopista tienen la tasa de colisión más baja de todos los tipos de camiones articulados (16 por cada 100 millones de vehículos-kilómetro de viaje (VKT), seguido de los dobles de las Montañas Rocosas (32 colisiones por cada 100 millones de vehículos-kilómetro de viaje). 100 millones de VKT). La tasa de colisión para combinaciones de remolques triples (62 colisiones por cada 100 millones de VKT) es mayor que la de la tasas de colisión para semirremolques de tractores (42 colisiones por cada 100 millones de VKT) y remolques dobles de tractores de longitud legal (44 colisiones por cada 100 millones de VKT). Estos resultados constituyen una aportación importante para las decisiones de la política de ingeniería civil y transporte relativas a las operaciones de combinación de vehículos a más largo plazo.	



Título: Assessment of the monitoring methodology for CO ₂ emissions from heavy duty vehicles	Fecha: 2017
Subtítulo: Pilot phase test-campaign report and analysis of the ex-post verification options	Lugar de edición: European Comission
Colaboradores:	Nº Pags: 11
Palabras clave:	Autor: Georgios Fontaras & Theodoros Grigoratos
Resumen: A petición de la DG Clima y de la DG-GROW, el CCI puso en marcha una campaña de pruebas para investigar la validez, exactitud y plausibilidad de la metodología propuesta para la verificación de las emisiones de CO ₂ certificadas de los vehículos pesados (también conocida como metodología de verificación a posteriori). Además, el objetivo de la campaña de pruebas era demostrar la representatividad de los cálculos de emisiones de CO ₂ realizados por el simulador oficial (VECTO) mediante la comparación con el rendimiento real de los vehículos. Se realizaron experimentos en cuatro camiones Euro VI, tanto en el banco de pruebas del chasis como en la carretera, con el objetivo de comprender las ventajas y desventajas de los diferentes enfoques propuestos. Se investigaron dos enfoques principales de verificación, mediciones de estado estacionario en chasis-dino-controladas, y mediciones bajo condiciones transitorias en chasis-dino-controladas y condiciones reales de operación en ruta. El software de simulación oficial (VECTO) se utilizó para simular el funcionamiento de los vehículos en las diferentes condiciones de prueba. La principal conclusión de la campaña de pruebas es que es posible utilizar un método de verificación a posteriori basado en pruebas transitorias en carretera para los camiones, con la ventaja de que podría abarcar también otros tipos de vehículos que son difíciles de validar en condiciones de estabilidad en un laboratorio o en una pista de pruebas en condiciones controladas. Sin embargo, existe una clara necesidad de trabajar en los detalles del protocolo de ensayo que se aplicará finalmente, definir las condiciones límite para los ensayos transitorios en carretera y establecer los márgenes de aceptación y rechazo necesarios para dicha validación. Por último, es necesario realizar pruebas adicionales para calcular con precisión cualquier desviación sistemática entre los valores de CO ₂ oficialmente notificados y	

Título: Marginal social cost pricing in transport policy	Fecha:
	Lugar de edición: Université Paris XI
Subtítulo:	Publicación: ACEA
Colaboradores:	Nº Pags: 22
Palabras clave:	Autor: Professor Rémy Prud'homme
Resumen: Este informe se hace eco de la propuesta de la Unión Europea de hacer una tarificación del coste social marginal (MSCP) la base de la política de transportes en Europa. Este documento muestra que la MSCP es sólo un principio de fijación de precios entre varios de los que compiten entre sí, y no necesariamente el mejor. A continuación, examina las cuatro grandes externalidades del transporte (accidentes, congestión, contaminación atmosférica y CO2) y llega a la conclusión de que la internalización de sus costes marginales no es ni factible ni el instrumento más eficaz de que se dispone para hacer frente a esta grave cuestión social.	



Título: Fuel consumption testing of tractortrailers in the European Union and the United States	Fecha: may-18
	Lugar de edición:
Subtítulo:	Publicación: ICCT
Colaboradores:	Nº Pags: 13
	Autor: Felipe Rodríguez, Oscar Delgado, Rachel Muncrief.
Palabras clave:	
Resumen: Este documento resume los resultados de un programa pionero de pruebas de vehículos destinado a comparar la eficiencia de combustible de tractores-remolques seleccionados en Europa y los Estados Unidos. La CITC encargó al Instituto de Motores de Combustión Interna y Termodinámica de la Universidad Tecnológica de Graz (TU Graz) y al Centro de Combustibles Alternativos, Motores y Emisiones de la Universidad de West Virginia (WVU) que realizaran pruebas en pista y pruebas con dinamómetros de chasis para determinar el arrastre aerodinámico y el consumo de combustible de los tractores-remolques de la Unión Europea (UE) y de los Estados Unidos en condiciones similares. Se probaron tres camiones: un remolque típico de la UE, un remolque de la UE de la mejor clase y un remolque estadounidense de la mejor clase. Los vehículos fueron probados utilizando los ciclos de conducción y las cargas útiles estipuladas por el reglamento de certificación de CO2 de la UE y por las normas de consumo de combustible de los EE.UU. para vehículos pesados. Cuando se probó en el mismo ciclo de conducción de larga distancia y carga útil, el mejor remolque tractor de la UE de su clase tuvo un consumo de combustible de 29,9 litros por cada 100 km. El mejor remolque de su clase en Estados Unidos consumía una cantidad similar de combustible a 30,1 litros por 100 km. Con 32,6 litros por 100 km, el remolque de la UE consumía la mayor cantidad de combustible durante el ciclo de prueba, con un consumo de combustible un 9 % superior al de los mejores de su clase en la UE.	

Título: Reducing the energy consumption of heavy goods vehicles	Fecha: oct-15
	Lugar de edición:
Subtítulo:	Publicación: ELSEVIER
Colaboradores:	Nº Pags: 49
	Autor: Joel Galos, Michael Sutcliff, David Cebon, Maja Piecyk, Philip Greening.
Palabras clave: Road freight Heavy goods vehicles	
Resumen: Este estudio analiza si la reducción del peso en vacío de los remolques articulados para vehículos pesados es una vía que para reducir la huella de carbono de la industria del transporte de mercancías por carretera. Se realiza un análisis estadístico de dos flotas de camiones que operan en el Reino Unido y en el análisis de energía permite establecer un índice de rendimiento energético de masa. El análisis ha demostrado que la reducción del peso en vacío de los remolques en un 30% puede causar reducciones de hasta un 18% y un 11% en el índice de eficiencia energética.	



Título: An experimental evaluation of the methodology proposed for the	Fecha: oct-15
	Lugar de edición:
Subtítulo:	Publicación: ELSEVIER
Colaboradores:	Nº Pags: 12
	Autor: Georgios Fontaras Theodoros Grigoratos Dimitrios Savvidis Konstantinos
Palabras clave: Fuel consumption CO2 emissions	
Resumen: Este documento es un estudio de la Comisión Europea sobre la iniciativa que está preparando para controlar las emisiones de CO2 y el consumo de combustible de los vehículos pesados en Europa. La nueva metodología se basa en una combinación de pruebas de componentes y simulación por ordenador del consumo de combustible de los vehículos. Se puso en marcha un estudio para demostrar que el enfoque es preciso y representativo del rendimiento real de los vehículos. Los experimentos se llevaron a cabo en dos camiones, un camión de largo recorrido Euro VI de 40 t y un camión rígido Euro V de 18 t. Las mediciones se realizaron tanto en el banco de potencia como en carretera. Se utilizó un software de simulación para simular las pruebas. Su capacidad para captar el rendimiento del vehículo y el consumo de combustible se evaluó en función de los datos medidos. Los resultados de la simulación coincidieron estrechamente con los de las pruebas del banco de potencia, con una desviación del consumo final de combustible simulado de aproximadamente $\pm 2e4\%$ en comparación con el valor medido. A lo largo de los ensayos realizados en carretera, el consumo final de combustible se situó dentro de un margen de $\pm 3,5\%$ respecto a la medición. Dada la variabilidad de la medición real (s 2%), se concluye que un futuro sistema oficial de certificación de vehículos puede basarse en este enfoque y lograr tanto una alta representatividad, en comparación con el rendimiento real del vehículo, como una alta precisión entre vehículos.	

Título: An Experimental Methodology for Measuring of Aerodynamic Resistances of Heavy Duty	Fecha: ene-14
	Lugar de edición:
Subtítulo:	Publicación:
Colaboradores:	Nº Pags: 110
	Autor: Georgios Fontaras and Panagiota Dilara. Michael Berner. Theo Volkers. Antonius
Palabras clave:	
Resumen: Estudio sobre la metodología europea de monitorización del CO2 y del consumo de combustible de los HDV que se basará en una combinación de ensayos de componentes y simulación de vehículos. En este contexto, uno de los parámetros de entrada clave que deben definirse con precisión para lograr una simulación representativa y precisa del consumo de combustible es la resistencia aerodinámica del vehículo. Se necesitaba una metodología de medición altamente repetible, precisa y sensible para captar pequeñas diferencias en las características aerodinámicas de las diferentes carrocerías de los vehículos. Se propone una metodología de medición que se basa en mediciones de velocidad constante en una pista de pruebas, el uso de sistemas de medición de par y la medición de la velocidad del viento. Para apoyar el desarrollo y la evaluación del enfoque propuesto, se llevaron a cabo una serie de experimentos en dos camiones diferentes, un camión Daimler de 40 toneladas con un semirremolque y un camión rígido DAF de 18 toneladas. Para las mediciones se utilizaron dos sistemas de medición de par diferentes (sensores de par de la llanta de la rueda y sensores de par del semieje) y se investigaron dos enfoques diferentes de seguimiento de vehículos (GPS de alta precisión y barreras optoelectrónicas). Los resultados se agruparon y compararon con los resultados de mediciones similares realizadas por los fabricantes de equipos originales en sus propios terrenos de prueba. Se demostró que el método era preciso. El análisis mostró buenas características de repetibilidad y reproducibilidad y una buena sensibilidad del método.	



Título: Truck Masses and Dimensions - Impact on Transport Efficiency	Fecha:
	Lugar de edición: Gothenburg, Sweden
Subtítulo:	Publicación: Chalmers University of Technology
Colaboradores: Department of Logistics and Transportation	Nº Pags: 28
Palabras clave:	Autor: Kenth Lumsden
Resumen: Análisi del desarrollo de la logística y las necesidades de soluciones logísticas optimizadas implican que las soluciones de transporte y los camiones deben ser optimizados para su propósito. Este documento llega a la conclusión que desde el punto de vista de una "economía de escala", los camiones deben ser lo más grandes posible, pero también hay una serie de otros factores que tienen una gran influencia en el tamaño de los camiones. Un enfoque para encontrar soluciones debe basarse en un análisis de la oferta y la demanda. Cuando se trata de la capacidad de carga de los camiones, la importancia es la dimensión, contada en la longitud o volumen del área de carga, o el peso de la carga.	

Título: Longer and heavier trucks case Finland	Fecha:
	Lugar de edición:
Subtítulo:	Publicación: VERNE
Colaboradores:	Nº Pags: 8
	Autor:
Palabras clave:	
Resumen: A finales de 2012, el Gobierno de Finlandia propuso que se aumentaran los límites máximos de peso y altura de los camiones y conjuntos de vehículos, aunque Finlandia ya permite el sistema modular europeo. El nuevo decreto fue aprobado a principios de junio de 2013 y entró en vigor el 1 de octubre de 2013. El objetivo de este estudio es analizar los impactos potenciales de los nuevos límites de peso y describir los beneficios máximos potenciales que los nuevos límites de peso podrían ofrecer.	



Título: Highway Safety and Truck Crash Comparative Analysis	Fecha: nov-13
	Lugar de edición:
Subtítulo: Comprehensive Truck Size and Weight Limits Study	Publicación: U.S. Department of Transportation
Colaboradores:	Nº Pags: 52
	Autor:
Palabras clave:	

Resumen:

El propósito de esta subtarea (Task V.A. - Highway Safety and Truck Crash Comparative Analysis, US DOT Comprehensive Truck Size and Weight (CTSW) Limits Study) es examinar estudios significativos, programas piloto y políticas relevantes para el tamaño y peso de los camiones dentro del contexto del desempeño de seguridad. El tema del tamaño y el peso es muy complejo, con implicaciones de gran alcance. Se puede pensar que se trata más bien de un tema a nivel de sistema que de una cuestión política unidimensional que tiene una influencia limitada en las externalidades. La política de tamaño y peso de los camiones se construyó inicialmente para proteger la infraestructura y garantizar que los vehículos fueran compatibles con las limitaciones geométricas de las carreteras y los puentes. Dado que la política limita la longitud, anchura, altura, peso de los ejes, la distancia entre ejes, grupos de ejes y similares, la política de tamaño y peso tiene un efecto de primer orden en el diseño del vehículo, la cantidad de carga que un vehículo puede transportar y el tipo de configuración del vehículo, como camiones de una sola unidad, remolques de camiones, semirremolques de tractores y tractores con múltiples remolques. Por consiguiente, los aspectos de la política de tamaño y peso que influyen en el diseño del vehículo tienen una influencia directa en la seguridad del vehículo. Las políticas que influyen en cómo, cuándo y dónde se opera un vehículo también contribuyen al desempeño de la seguridad. Este escáner de escritorio proporciona una breve introducción a los fundamentos de la política de tamaño y peso relacionada con la seguridad, un análisis exhaustivo de la investigación sobre el tamaño y el peso de los camiones en relación con la seguridad y un análisis de las actividades internacionales en el

Título: An overview of the dynamic performance properties of long truck combinations	Fecha: jul-84
Subtítulo:	Lugar de edición:
Colaboradores:	Publicación:
Palabras clave: truck combinations, trac tord 18. ~i.kib,,ti~, St.cwrt semitrailers, doubles, triples, dynamic	Nº Pags: 69
Resumen: En este documento se realiza un análisis computarizado y una revisión de la literatura existente, para evaluar varios aspectos del rendimiento dinámico de las combinaciones de camiones largos. Los vehículos de interés incluían dobles de las Rock Mountain y Turnpike y una combinación de triples. El rendimiento de cada configuración del vehículo fue examinado en relación con el de un tractor-semirremolque convencional de cinco ejes y una combinación convencional de cinco ejes dobles. Se consideró el desempeño en cada uno de los siguientes aspectos: respaldo, rendimiento general de frenado, cuestiones relacionadas con la entrega de aire del sistema de frenos, desvíos de baja velocidad, desvíos de alta velocidad, cuestiones de estabilidad relacionadas con maniobras rápidas de dirección, estabilidad de balanceo, estabilidad de guiñada de la unidad de potencia y requisitos de potencia. Además, se discute la cuestión de los dispositivos alternativos para acoplar combinaciones de varios remolques. Los resultados de estos análisis comparan las características de rendimiento de las respectivas configuraciones en áreas que se considera que tienen implicaciones para la eficiencia operativa y la seguridad del tráfico.	
Autor: R.D. Ervin, P.S. Fancher, T.D. Gillespie	