

Anexo metodológico

cuentas
ecológicas
del transporte

segunda
edición



Elaboración del trabajo:

Grupo de Estudios y Alternativas, S.L.

Equipo de trabajo:

**Alfonso Sanz Alduán
Pilar Vega Pindado
Miguel Mateos Arribas
Luís Ángel López de Diego
Christian Kisters
Marcos Montes García**

Coordinación por parte de Ecologistas en Acción:

**Mariano González Tejada
Paco Segura
Elena Díaz**

**Maquetación e ilustración
Andrés Espinosa**

Agradecimientos.

Las siguientes personas han tenido a lo largo del trabajo la amabilidad de atender nuestras preguntas y aclarar numerosos aspectos de la compleja maraña de fuentes y asuntos abordados por el presente trabajo:

José Manuel Naredo, Óscar Carpintero, Pedro Galán, Alejandro Vivar, Fernando Nebot, Jesús Rubio, Antonio Jurado, Eloy Matilla, Ángel Aparicio, Alfredo Sánchez Vicente, Julio Rodríguez, Miguel Morales, Rafael Suárez, Juan Manuel Ruiz, Juan José Martínez, Nieves Rodríguez, Francisco Melis, Rafael Frutos, Isabel Fernández, Óscar García Barroso, Manel Ferri, Luís Cuenca, Sergi Mari, Santos Núñez del Campo, Gabriel Castañares, Pedro Pérez del Campo, Ángel Cediel, Claudio Míguez, Bernardo Caso, José Menchén, Juan Carlos Huertas, Jaime Huerta, Luz Espada, Alberto Tablón, Carlos García Barquero, Jesús García Montes, Álvaro Fernández Heredia, Pedro Tomás, Ana Blanco, Fernando Ruiz, Álvaro Gómez, Pablo Olivares, Ignacio Duque, Antonio García Pastor, Miguel Ángel Delgado, Luís Miguel Martínez, Carlos Cristobal, Eduardo Gutiérrez, Carlos Martínez, Juan Azcárate, Josu Benaito, Rodrigo Irurzun, Isidro de la Cruz, Javier Vallejo, Abel Esteban, Francisco Gil, Javier Pascual

Actualizado a 22 de noviembre de 2016

Volumen II. Anexo Metodológico de las Cuentas Ecológicas del Transporte

Índice general

1. Los debates metodológicos centrales	5
1.1. El empeño institucional en la internalización de las externalidades.....	5
1.2. Las dificultades de la monetarización de los valores sociales y ambientales.....	7
1.3. El enfoque alternativo de la economía de inspiración ecológica.....	11
1.4. La incorporación institucional del concepto de ciclo de vida	14
1.5. Huellas ambientales	15
1.6. Emisiones.....	17
1.7. Método de elaboración de las Cuentas Ecológicas o Integradas.....	19
1.8. Complejidad, diversidad y calidad de las fuentes de información.....	21
2. Estimación de las principales magnitudes de los desplazamientos	24
2.1. El concepto de “producción” de transporte y las magnitudes de referencia.....	24
2.2. Las fronteras de la movilidad.....	27
2.3. Desplazamientos interiores de personas.....	28
2.4. Recorridos de las personas en desplazamientos interiores.....	31
2.5. La ocupación de los vehículos.....	37
2.6. Desplazamientos internacionales de personas.....	40
2.7. Bienes y mercancías en desplazamientos interiores.....	40
2.8. Mercancías internacionales.....	44
2.9. Asignación de población a los desplazamientos	45
3. Estimación de la dimensión de las infraestructuras y el parque de vehículos.....	47
3.1. Las infraestructuras lineales	47
3.2. Las infraestructuras nodales.....	50
3.3. El número de vehículos y la motorización	50
3.4. La vida útil de los vehículos y los recorridos que realizan en ese periodo	54
3.5. Periodo de amortización de las infraestructuras	55
4. La energía para la fabricación y puesta en uso de los vehículos.....	58
4.1. Turismos	59
4.2. Motocicletas	74
4.3. Ciclomotores.....	81
4.4. Bicicletas.....	86
4.5. Autobuses.....	87
4.6. Furgonetas.....	93
4.7. Camiones	100
4.8. Trenes.....	105
4.9. Aviones.....	110
4.10. Barcos.....	116
5. La energía en la fase de desplazamiento o circulación de vehículos.....	124
5.1. Circulación de vehículos del modo viario	124

5.2. Circulación de los trenes.....	139
5.3. Circulación de metros y tranvías.....	147
5.4. La operación en el modo aéreo	149
5.5. La operación en el modo marítimo	151
5.6. Transporte de combustibles por tubería	154
5.7. Transporte de agua	155
5.8. Transporte de electricidad.....	156
5.9. Transporte vertical	157
6. La energía empleada en la construcción de infraestructuras	159
6.1. Procedimiento de cálculo del coste energético de las infraestructuras lineales.....	160
6.2. Aplicación del método a las infraestructuras ferroviarias y viarias	168
7. La energía empleada en la gestión y mantenimiento del sistema de transportes.....	171
7.1. El mantenimiento de los automóviles.....	172
7.2. El mantenimiento del ferrocarril.....	177
7.3. El mantenimiento y gestión de metros y tranvías.....	179
7.4. El mantenimiento de los aviones.....	180
7.5. El mantenimiento de los barcos.....	182
8. La energía en la gestión de los residuos del transporte	185
8.1. El fin de la vida útil de los automóviles	185
8.2. El fin de la vida útil del resto de vehículos.....	190
9. La energía en el ciclo global del transporte.....	191
10. La ocupación y fragmentación del territorio	194
10.1. Estimaciones a través de Bases de Datos y cartografía digital.....	194
10.2. Estimación a través de longitudes, anchuras y superficies individualizadas	197
10.3. La sección afectada por las infraestructuras lineales de transporte	198
10.4. Superficies ocupadas y afectadas por las infraestructuras lineales	203
10.5. La superficie ocupada y afectada por las infraestructuras nodales	207
10.6. La fragmentación del territorio	210
11. Estimación de otros aspectos ambientales.....	224
11.1. Emisiones de gases de efecto invernadero.....	224
11.2. Población afectada por el ruido del transporte	225
11.3. Población afectada por la contaminación del aire del tráfico.....	231
12. Estimación del empleo en el transporte	234
12.1. Empleo asalariado	234
12.2. Empleo en las administraciones públicas	240
12.3. Los trabajadores autónomos.....	243
13. Estimación de otros parámetros sociales	245
13.1. La accidentalidad y la exposición al riesgo.....	245
13.2. La autonomía en el uso de los vehículos.....	247
13.3. El tiempo dedicado al transporte	257
14. Métodos para las estimaciones monetarias.....	261
14.1. Los costes globales.....	261

14.2.	Los costes unitarios.....	266
14.3.	Las inversiones en infraestructuras	267
14.4.	El balance fiscal del modo viario	268
14.5.	El balance fiscal del modo ferroviario.....	279
14.6.	El balance fiscal de la aviación.....	281
14.7.	El balance fiscal del transporte marítimo	282
15.	Unidades, terminología y factores de conversión	284
15.1.	Coeficientes de conversión de energía final a energía primaria	284
15.2.	Factores de conversión de energía a emisiones de CO ₂ y CO ₂ -eq	286
15.3.	Unidades y equivalencias.....	287
15.4.	Comentarios sobre el vocabulario energético	288
15.5.	Algunas precisiones sobre el vocabulario empleado.....	289
15.6.	Acerca del redondeo en las tablas.....	291
16.	Bibliografía esencial	292

1. LOS DEBATES METODOLÓGICOS CENTRALES

“El principal problema que plantea la “economía verde” es que la monetarización de la naturaleza que propone no asegura su buena gestión, pero si contribuye a prolongar el diálogo de sordos entre los sistemas de representación diferentes y a soslayar las raíces profundas del deterioro ecológico en curso”.

“RÍO + 20 EN PERSPECTIVA. Reflexiones sobre la ‘economía verde’ y su medio ambiente”.
José Manuel Naredo. Revista Éxodo nº 116 (nov.-dic.) 2012

La llamada “economía verde” o el “desarrollo sostenible” se han convertido en maneras de afrontar los problemas ambientales, de residuos y de recursos planetarios que, sin cuestionar los propios fundamentos del sistema económico que los origina, pueden estar contribuyendo a su perduración, tal y como apunta José Manuel Naredo en la cita que abre este capítulo.

Como expresa claramente el “Perfil Ambiental de España 2012”, con la “economía verde” se trata de aumentar la eficiencia en el uso de los recursos, es decir, utilizar los recursos limitados de la tierra de una manera sostenible, con el fin de asegurar el crecimiento de la economía y el empleo: “Cuando se fomenta el crecimiento y el desarrollo económico y, a la vez, se consigue que el entorno natural continúe proporcionando los recursos y los servicios ambientales que garantizan nuestro bienestar, estamos promoviendo el crecimiento verde. Por tanto, la economía verde pone en valor los recursos naturales, fomentando su aprovechamiento sostenible y conservando la biodiversidad. Además, ofrece nuevas vías de negocio que permiten a las empresas ser más competitivas y crecer”¹.

En el caso del transporte, esa “economía verde” suele asociarse a la aplicación de tecnologías más eficientes en el uso de los vehículos, en su fabricación, en su conversión en residuo o, también, a la aplicación de procedimientos menos onerosos ambientalmente en la construcción y mantenimiento de infraestructuras. Sin embargo, al no cuestionar el propio crecimiento de las principales magnitudes ni la estructura general del sector, ni sus relaciones con el modo de vida de la población, este enfoque económico deja escapar una revisión rigurosa de los principios en los que descansa la fricción entre los desplazamientos masivos motorizados y el entorno natural, cuya preservación es el factor que lo impulsa. Esas contradicciones se pueden observar en las propias herramientas que plantea la economía verde para afrontar los problemas del crecimiento del transporte y de sus efectos, como ahora se podrá comprobar.

1.1. El empeño institucional en la internalización de las externalidades

Las instituciones de la Unión Europea vienen abrazando en los últimos años y cada vez con mayor fuerza el concepto de “internalización de los costes externos” como guía de su política de transportes. En paralelo a ese empeño han resucitado los métodos de análisis coste-beneficio de las diferentes infraestructuras e inversiones en el transporte, aplicando también procedimientos que tienen que ver con esos costes externos.

Por explicarlo brevemente, la “internalización de los costes externos” en el transporte supone penalizar los modos con un mayor impacto ambiental y social a través de un proceso secuencial

¹ Capítulo 2.6 Economía Verde del Perfil Ambiental de España 2012. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, 2013.

de tres etapas: en la primera se definen cuáles son esos costes externos, es decir, los costes no pagados o asumidos por los que los generan; en la segunda se evalúa su magnitud y se convierten en unidades monetarias; y, en la tercera, se aplican tasas a los causantes de los costes que “internalicen” o compensen los daños producidos.

Esta idea no es nueva, pero se ha visto reforzada en los últimos años por su aceptación institucional. Así, en 2006, el Parlamento Europeo² pidió a la Comisión Europea que presentara un modelo, que se pudiera aplicar de un modo generalizado y que fuera transparente y comprensible, para la evaluación de todos los costes externos del transporte; un modelo que sirviera de base para los cálculos futuros de las tasas por el uso de las infraestructuras.

En 2008, la Comisión Europea propuso la revisión de la directiva 1999/62/EC sobre la imposición de una tasa para los vehículos pesados de mercancías para el uso de ciertas infraestructuras (también llamada “Revised Eurovignette Directive”), bajo el concepto de “internalización de costes externos”. Y adoptó en ese mismo año el denominado “Greening Transport Package” que sirve de marco de referencia para la internalización de los costes externos del transporte³.

En apoyo de esos procesos de evaluación e internalización de los denominados costes externos la Comisión Europea ha venido trabajando durante más de una década en la elaboración de metodologías y datos de referencia. Uno de los resultados de ese trabajo es el “Manual de Estimación de Costes Externos del Sector Transportes (2008)”⁴, mediante el cual se pretende internalizar los costes de todos los modos de transporte, tarifar las infraestructuras y, con ello, revisar la mencionada directiva de la euroviñeta. El citado manual ha sido recientemente actualizado⁵.

La internalización como idea ha sido defendida por diversos agentes del sector transporte, desde la Unión Internacional de la Carretera (IRU) hasta la Unión Internacional del Ferrocarril (UIC), pero a la hora de la verdad los procedimientos para aplicar el concepto no reciben el aplauso generalizado. Por el momento, el marco de evaluación común europeo de externalidades se ha centrado únicamente en algunas de ellas como la congestión, el cambio climático, la contaminación atmosférica y el ruido.

En paralelo a esa creciente dinámica de la internalización de costes externos se viene recuperando una antigua herramienta de evaluación de proyectos y planes como es el análisis coste-beneficio. La recuperación teórica y práctica de esta herramienta en materia de transporte se ha apoyado precisamente en el mismo supuesto que la internalización: que es posible y deseable monetarizar los valores de la esfera ambiental y social, de manera que se puedan meter en una cuenta unificada con los flujos monetarios corrientes y analizar ventajas e inconvenientes de las actuaciones en materia de transporte. Sin embargo, como ahora se verá, desde una perspectiva económica econintegradora, la monetarización mencionada es cuestionable desde el punto de

² Artículo 11 de la Directiva 1999/62/CE relativa a la aplicación de gravámenes a los vehículos pesados de transporte de mercancías por la utilización de determinadas infraestructuras. también llamada Directiva de la Euroviñeta, enmendada en mayo de 2006 por la Directiva 2006/38/EC por el Parlamento Europeo y el Consejo.

³ El paquete incluye entre otras medidas y documentos la Comunicación de la Comisión denominada “Estrategia para la aplicación de la internalización de los costes externos”. COM(2008) 435 final.

⁴ Handbook on estimation of external costs in the transport sector. Documento derivado del estudio IMPACT (Internalisation Measures and Policies for All external Cost of Transport). Delft, CE, 2008. Descargable en http://ec.europa.eu/transport/themes/sustainable/doc/2008_costs_handbook.pdf.

⁵ “Update of the Handbook on External Costs of Transport”. Informe para la DG MOVE de la Comisión Europea, elaborado por la consultora Ricardo-AEA/R en enero de 2014.

vista teórico y, sobre todo, desde la práctica, por lo que la dinámica internalizadora y los análisis coste-beneficio que se alimentan de ella, no parecen herramientas aceptables para afrontar el futuro del transporte y sus retos socioambientales.

1.2. Las dificultades de la monetarización de los valores sociales y ambientales

En efecto, el proceso de "internalización de los costes externos" presenta dificultades en las tres etapas señaladas anteriormente (identificación de los "costes externos", monetarización de los mismos y aplicación de las tasas que se correspondan teóricamente con dichos costes).

En primer lugar, es difícil alcanzar el consenso acerca de cuáles son los campos en los que evaluar los "costes externos" del transporte. La contaminación del aire, la accidentalidad o el cambio climático suelen ser incorporados sin pegas al análisis, pero otros como la congestión son mucho más controvertidos entre los propios economistas ortodoxos. Además, hay autores que pretender hacer todavía más complejo el procedimiento proponiendo la estimación de los beneficios del transporte y no solo los costes.

Pero, la mayor dificultad en el proceso de internalización se produce cuando se pretende convertir en unidades monetarias las consecuencias del transporte que se corresponden con ámbitos sociales y ambientales evidentemente fuera del mercado. ¿Cuánto vale el sufrimiento humano, los heridos y las muertes derivados de los accidentes de tráfico?, ¿cuántos euros son equivalentes a la pérdida de la biodiversidad?, ¿qué precio se puede poner a la salud deteriorada por la contaminación o el ruido?, ¿qué cuesta la pérdida de la autonomía infantil derivada del tráfico?

Los métodos que la economía convencional emplea para realizar esa monetarización de los "costes externos", como las encuestas de disposición al pago, las subastas simuladas o las evaluaciones indirectas, son también muy controvertidos⁶. Los principales "costes externos" monetarizados se refieren bien a aspectos sociales, bien a aspectos ambientales, presentando en cada caso numerosos problemas e interrogantes no resueltos, tal y como se refleja en las tablas siguientes:

⁶ Los métodos para la monetarización de los bienes sin mercado se dividen en dos grandes grupos: los de preferencias reveladas y los de preferencias declaradas (Mogas, 2004). Los aspectos más críticos de estos métodos son desvelados por ejemplo en Eberle y Hayden (1991) y en Bermejo (1994).

Tabla 1. Debilidades del cómputo de los "costes externos" ambientales⁷.

Tipo de "coste externo"	Debilidad
Cambio climático	<p>Los efectos del cambio climático, mucho más nítidos en el medio y largo plazo, obligan a realizar estimaciones monetarias intertemporales, en clara distorsión del concepto utilitario de intercambio, sin la presencia de las personas perjudicadas por el mismo.</p> <p>Además, para realizar los cálculos se recurre a numerosas arbitrariedades que simplifican la labor, evitándose espinosos interrogantes sobre las incertidumbres e hipótesis manejadas⁸. Uno de los métodos habituales de cálculo se inicia a partir de la decisión política de reducción de una determinada cifra de emisiones de gases de efecto invernadero; a partir de dicha decisión se estiman unos denominados "costes de evitación" o costes necesarios para disminuir las emisiones según la decisión política establecida. Por consiguiente, al margen del significativo recurso a una cifra de carácter político, el planteamiento supone que la reducción de emisiones es meramente una cuestión de inversiones adecuadas, aislada del trasfondo social y cultural, lo que choca con una interpretación rigurosa del problema del cambio climático.</p>
Contaminación atmosférica	<p>Las estimaciones monetarias de los costes externos de la contaminación atmosférica se elaboran a partir del principio de "Disponibilidad al pago" para reducir la contaminación y "Disponibilidad" para aceptar un nivel de contaminación (HEATCO, 2006), así como de estimaciones epidemiológicas sobre la relación entre contaminación y enfermedades o muertes. Es evidente que esa aproximación supone crear un mercado artificial de la vida, cuando evidentemente ninguna persona puede ofrecer ésta como valor de cambio, pues si lo hace desaparece como receptora de la contraprestación.</p> <p>Los artificios del cálculo se ponen de relieve, por ejemplo, en los espacios que incluyen fronteras, en los que suele darse un diferencial entre los costes "externos" a un lado y otro de las mismas, desvelando que los seres humanos no son iguales a efectos de esta formalización contable.</p>

⁷ Adaptación de una tabla del artículo "Transporte, economía, ecología, poder. La economía del transporte desde un enfoque eointegrador". A. Sanz. Publicado en la revista *Ekonomiaz* N.º 73, 1.er cuatrimestre, 2010. Vitoria-Gasteiz.

⁸ Como señala Brey (página 19, 2009), "La valoración de este impacto es altamente compleja debido a que se trata de efectos globales y a largo plazo, de naturaleza muy diversa (inundaciones, impactos en la agricultura, efectos en la salud humana, cambios en las precipitaciones, aumento de la probabilidad de ocurrencia de desastres naturales, etc.), y sobre los que no existe en la mayoría de los casos un conocimiento preciso. Por todo ello, existe una gran incertidumbre en las valoraciones y los diferentes estudios suelen centrarse en efectos concretos del cambio climático sobre los que se dispone de un mayor conocimiento".

Ruido	<p>También en este caso la metodología habitual se centra en la “Disposición al pago” para evitar los efectos de la denominada contaminación acústica, lo que conduce a aceptar valoraciones muy coyunturales (grado de conocimiento del problema, grado de afección directa, renta disponible, etc.) difícilmente extrapolables a otros territorios.</p> <p>Además, los cálculos se restringen a la consideración del ruido en las edificaciones, lo que elude el espinoso asunto del deterioro del espacio público que causa, un deterioro en el que de nuevo aparecen valores sociales inconmensurables en términos monetarios, como son la idoneidad de los lugares para la socialización, la convivencia, la conversación, la estancia, el juego, etc.</p>
Biodiversidad	<p>Como ocurre con el cambio climático, los efectos de la pérdida de biodiversidad afectan especialmente al futuro y, por consiguiente, requieren una monetarización intertemporal, asignando valor monetario arbitrario a los deseos y necesidades de futuras generaciones. El manifiesto “La Biodiversidad no tiene precio”⁹ pone el acento también en que la monetarización de la diversidad biológica, a cuento de compensar la destrucción de hábitats con la reposición de los mismos en otros lugares, genera pérdidas para las comunidades y, lejos de reducir la pérdida de biodiversidad, puede resultar contraproducente y estimularla.</p> <p>Finalmente, la monetarización de la biodiversidad lleva a paradojas semejantes a los del coste diferencial de la vida humana, pero con otras especies animales; la vida de un oso en el Pirineo francés puede así resultar más cara que si cruza la frontera y campea por territorio español, en donde la metodología de la monetarización conduce a resultados más reducidos.</p>

Tabla 2. Debilidades del cómputo de los “costes externos” sociales

Tipo de “coste externo”	Debilidad
Accidentes	<p>El cálculo de la externalidad “accidentes” se construye sobre un más que discutible principio de valoración monetaria de la vida humana, o de una parte de ella, referido a la “productividad” perdida, lo que conlleva la desigualdad y la diferencia en el “coste externo” en función de la renta, dándose así la paradoja de que si baja el PIB, se reduce también el valor “económico” de las pérdidas derivadas de los accidentes¹⁰. En la actualización del manual de costes externos más empleado en Europa, el coste de una vida humana se sitúa en 3,3 millones de euros en Luxemburgo, mientras que en España solo llega a 1,9 millones y en Bulgaria apenas alcanza el millón¹¹.</p>

⁹ <http://no-biodiversity-offsets.makenoise.org/espanol/>

¹⁰ La Dirección General de Tráfico emplea en los últimos años como referencia para los costes de los accidentes el estudio de las Universidades de Murcia y Pablo Olavide de Sevilla titulado “El valor monetario de una vida estadística en España. Estimación en el contexto de los accidentes de tráfico”. 2010. El concepto sobre el que gira el estudio es el denominado valor de la vida estadística (VVE) que, en el contexto de la seguridad vial, reflejaría “la máxima suma de dinero que la población está dispuesta a pagar a cambio de reducir la tasa de mortalidad de los accidentes de tráfico”.

¹¹ Página 23 de “Update of the Handbook on External Costs of Transport”. Informe para la DG MOVE de la Comisión Europea, elaborado por la consultora Ricardo-AEA/R en enero de 2014.

	Además, los accidentes no son la única consecuencia de la inseguridad en el transporte y su monetarización no sirve, por tanto, para estimar los “costes externos” de esa faceta de la movilidad. En el modo viario la inseguridad vial engloba una serie de fenómenos complejos derivados del miedo y la preocupación generada por el tráfico, los cuales modifican los comportamientos de las personas en el uso del espacio público y restan autonomía a grupos sociales como los niños y niñas, las personas mayores y las personas con discapacidad.
Congestión y tiempo de desplazamiento	En los manuales al uso ¹² para el cálculo de los “costes externos” del transporte se incluye el coste de la congestión, traducido a velocidad/tiempo de desplazamiento y, derivadamente, a las pérdidas monetarizadas de los usuarios que reducen su velocidad o aumentan su tiempo de desplazamiento. En este caso, la controversia fundamental es la aplicación de un valor monetario al tiempo de los usuarios. La congestión se incluye entre los costes externos sólo en algunas metodologías, pues requiere forzar los conceptos más allá de lo admisible por muchos economistas académicos, para los que se trata de un coste interno que soportan los usuarios ¹³ . Además, el coste de la congestión se calcula a partir del coste del tiempo de los usuarios, cálculo que encierra numerosas arbitrariedades y la propia duda sobre la monetarización del tiempo, el cual no es considerado igualmente valioso para cada ser humano, ni para cada actividad que se esté realizando.

Esas y otras debilidades del cálculo contribuyen a estimaciones monetarizadas de las externalidades muy poco consistentes. Por un lado, se dan enormes discrepancias en cada una de las partidas o en las cifras globales de los costes externos dependiendo de los métodos y de la institución que encarga los cálculos¹⁴.

Por otro, ocurre que las cifras resultantes de esos cálculos casan poco o nada con los indicadores monetarios agregados tales como el PIB con los que se suelen comparar. Según la recopilación realizada por Hoyos (2004), los estudios realizados en las dos últimas décadas arrojan cifras de costes externos del transporte que varían entre el 1 y el 14% del PIB del territorio estudiado. Una aplicación más reciente de esa monetarización indicaba que, para 2006, los “costes externos” del transporte en España ascendían a 66.202 millones de euros, lo que representaba el 6,7% del Producto Interior Bruto de ese año, con el siguiente reparto¹⁵:

¹² *Ibidem*, página 10. El capítulo dedicado a este asunto se inicia con el reconocimiento de que “El concepto de externalidades de congestión es fácil de identificar pero difícil de cuantificar”.

¹³ Página 77 de “Manual de evaluación económica de proyectos de transporte”. De Rus, G., Betancor. O y Campos J. (2006): Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, 2006.

¹⁴ A este respecto, por ejemplo, hay que recordar que la UIC (Unión Internacional de Ferrocarriles) y el CER (Community of European railway and infrastructure companies) fueron promotores de los estudios de INFRAS/IWW sobre internalización de los años 1995, 2000 y 2004, mientras que la asociación europea de fabricantes de automóviles (ACEA) encargó un estudio crítico sobre la vía de la internalización marcada por la UE (Baum et al, 2008).

¹⁵ “Cálculo de los costes externos de los diferentes modos de transporte para su aplicación en la planificación de redes de transporte en España”. SENER. Ministerio de Fomento. Madrid, 2008.

Tabla 3. Costes "externos" del transporte en España en 2006

	Carretera	Ferrocarril	Aéreo	Marítimo	TOTAL
Accidentes	18.325	274	54	37	18.690
Cambio climático	1.620	23	591	75	2.309
Ruido	8.816	205	60	0	9.082
Contaminación atmosférica	10.556	263	41	0	10.861
Naturaleza y paisaje	5.684	113	41	25	5.863
Congestión	9.984	0	0	0	9.984
Áreas urbanas	4.886	3.664	0	0	8.550
Efectos indirectos	441	29	393	0	863
TOTAL	60.312	4.572	1.181	137	66.202

Por consiguiente, se da la paradoja de que los "costes externos" del transporte pueden ser equivalentes o incluso superiores al PIB del sector, lo que o bien indicaría que es mejor reducir su dimensión o bien que se trata de una contabilidad de fundamentos inconsistentes; o ambas cosas a la vez.

Por último, la tercera etapa del proceso, la aplicación de tasas o precios que "compensen" los "costes externos" de cada modo o servicio de transporte, parece también un afán gigantesco, con pocas perspectivas no solo de alcanzar un consenso, sino de equilibrar el predominio de los modos de transporte de mayor impacto ambiental y social.

En efecto, la aplicación práctica de tasas y otras figuras que pretenden cubrir el "coste" de las externalidades, no parece capaz de modificar sustancialmente, por ejemplo, el reparto entre la carretera y el ferrocarril, sobre todo en relación al transporte de manufacturas y bienes de alto valor añadido¹⁶. Téngase en cuenta, además, que el modelo territorial y de localización de actividades construido a lo largo de los últimos cien años ha hecho más difícil la sustitución de los servicios de carretera por servicios ferroviarios, con independencia de su precio.

En conclusión, el intento de "internalizar los costes externos" del transporte sin romper el corsé de la economía convencional se convierte en un ejercicio de prestidigitación técnica-matemática, repleta de arbitrariedades y lagunas que, además, no parece conducir a un resultado positivo en lo que atañe a la reducción de los impactos sociales y ambientales del transporte.

1.3. El enfoque alternativo de la economía de inspiración ecológica

Para evaluar el significado y las consecuencias económicas, ambientales y sociales del transporte se propone aquí, como alternativa al proceso de estimación de las externalidades de la economía convencional, un enfoque inspirado en la económica ecológica o de sistemas abiertos. En este enfoque, los flujos de valores monetarios son sólo una parte de un esquema de flujos e intercambios mucho más amplio y complejo, el cual se deriva de la aplicación de los siguientes principios¹⁷:

¹⁶ Según IWW/NESTEAR (2009), las propuestas de la Comisión Europea para la internalización de los costes externos se traducirían en 2020 en un incremento del peso del ferrocarril en el reparto modal de mercancías de 0,7 puntos porcentuales. Cifras también de ese orden de magnitud se derivan de otros estudios como el de Christidis y Brons (2009).

¹⁷ Véase al respecto el capítulo III de "Hacia la reconversión ecológica del transporte en España". A. Estevan y A. Sanz. Editorial Bakeaz. Bilbao, 1996. Y, también, el artículo "Transporte, economía,

A. Reconocimiento de los límites ecológicos.

El reconocimiento de la existencia de los límites ecológicos, que en el campo concreto del transporte se expresan globalmente a través del concepto de "capacidad de carga", constituye el núcleo central de la reflexión ecológica. La existencia de estos límites implica que la satisfacción de una demanda de transporte indefinidamente creciente -en la cantidad y en la velocidad- no es viable desde el punto de vista ecológico, o simplemente físico.

B. Integración de la variable tiempo en el análisis.

Estrechamente relacionado con el concepto de capacidad de carga y con los límites ecológicos aparece en el análisis ecológico el factor "tiempo", es decir, la necesidad de que la reflexión incluya las consecuencias a medio y largo plazo de las actividades del transporte. En ese sentido, la preocupación por la población no se restringe a las generaciones actuales sino que se extiende a las futuras. Y los flujos se contrastan con los stocks, comprendiendo los fenómenos económicos como procesos dinámicos en un sistema abierto en energía y cerrado en materiales.

C. Titularidad colectiva de los recursos naturales.

La economía ecológica considera los fondos de recursos naturales como un patrimonio colectivo que sólo puede ser utilizado en régimen sostenible y de modo equitativo por el conjunto de la población. En el campo concreto del transporte, y dado que la movilidad ha de quedar limitada no por la capacidad productiva del sistema de transportes, sino por las capacidades ecológicas de carga sostenibles, lo que se ha de distribuir a través de la organización del transporte es principalmente el derecho de acceso a la constelación de recursos naturales limitados sobre los que se apoya la capacidad de carga: energías fósiles, capacidad de la atmósfera para la dispersión de contaminantes, espacio asignable a transporte, umbrales de ruido soportables, etc. En consecuencia, la garantía de equidad en la movilidad disponible en condiciones de sostenibilidad ecológica debe ser prioritaria en la organización del transporte, por encima de cualquier otra consideración.

D. Globalidad de los procesos físico/económicos.

El pensamiento ecológico percibe los procesos económicos indisolublemente unidos a los procesos físicos sobre los que se apoyan. Ambos han de ser contemplados en sus ciclos globales, esto es, desde que se inicia la utilización de recursos naturales para la producción de un bien o servicio económico cualquiera, hasta que se expulsa el último residuo. Por consiguiente, desde el punto de vista ecológico, la "actividad del transporte" incluye la totalidad del ciclo productivo: extracción y procesamiento de combustibles y materiales, fabricación de vehículos, construcción de infraestructuras, circulación de los vehículos, mantenimiento general del sistema y eliminación de vehículos obsoletos y otros residuos.

ecología, poder. La economía del transporte desde un enfoque eointegrador". A. Sanz. Publicado en la revista *Ekonomiaz* N° 73, 1.er cuatrimestre, 2010. Vitoria-Gasteiz.

E. Interconexión de los valores monetarios, sociales y ambientales.

En cada proceso económico se generan o intercambian efectos y recursos cuyo valor se expresa en diferentes planos o dimensiones: monetarias, sociales y ambientales. Se trata de diferentes expresiones del mismo fenómeno, las cuales están interrelacionadas entre sí a través de complejos sistemas de vínculos cuyo estudio constituye precisamente el objetivo de la economía ecológica. Por consiguiente, el concepto de "coste externo", cuya utilización se está generalizando en la economía del transporte convencional, no tiene carácter absoluto en la economía ecológica. La visión ampliada de la economía ecológica postula la integración de todos los valores monetarios, sociales y ambientales en un único esquema conceptual, basado en un conjunto de sistemas de valores abiertos e interrelacionados. Ningún recurso o valor presente en el mundo físico puede ser considerado como "externo" en este modelo de representación.

F. Heterogeneidad, "irreductibilidad" o "inconmensurabilidad" monetaria de las diferentes dimensiones o sistemas de valores.

En términos generales, los efectos o valores ambientales y sociales no pueden ser reducidos a unidades monetarias, ni pueden ser comparados directamente con los flujos de valores de cambio, que sí muestran una clara e inequívoca expresión monetaria. Este es el llamado principio de "irreductibilidad" o "inconmensurabilidad" económica, que constituye un pilar central en la construcción de la economía ecológica¹⁸.

En el caso concreto del sector del transporte, este principio supone que los efectos no monetarizables del transporte (consecuencias de los accidentes, de la contaminación, del cambio climático, etc.) deben ser contemplados e introducidos en los análisis sectoriales en sus propias magnitudes y unidades físicas o sociales, y no transformados en unidades monetarias por procedimientos que, en el fondo, son siempre arbitrarios. En la formulación de las políticas de transporte, estas magnitudes deben servir de base para el establecimiento de los límites ecológicos y de los condicionantes sociales aplicables a la organización y el funcionamiento del conjunto del sistema de transportes.

La integración de todos estos elementos en una estructura conceptual unificada permite obtener una nueva imagen global del fenómeno físico y social del transporte y de sus repercusiones de toda índole, pero no está exenta de dificultades de aplicación entre las que destacan:

a) La imposibilidad de encontrar una nueva medida universal en sustitución de lo monetario.

La economía ecológica no pretende sustituir la racionalidad económica corriente por una nueva racionalidad ecológica de supuesta validez universal. Al aceptar la incertidumbre como una característica esencial de los problemas ecológicos, y al rechazar la presunta objetividad de las evaluaciones y las idealizaciones algebraicas propias de la economía establecida, la economía ecológica tiene que apoyarse, en último término, en referentes éticos y morales.

Mediante el análisis de las interrelaciones entre los procesos físicos, económicos y sociales, la economía ecológica suministra a los mecanismos políticos información pertinente sobre la situación actual, las tendencias observables y los riesgos inherentes a la evolución de esos

¹⁸ Martínez Alier, J. y Schlüpman, K. (1991): *La ecología y la economía*. Fondo de Cultura Económica. México.

mismos procesos. Pero evita cuidadosamente la traducción de esa realidad compleja e incierta a un único indicador energético o de otro tipo, lo que conduce a devolver el debate a un espacio social y político que, quizás para algunos, resulte poco operativo.

b) La dificultad de integrar lo social en el análisis ecológico.

En dicho plano del debate político se sitúan los aspectos relacionados con la equidad -tanto generacional como intergeneracional-. A pesar de que muchos autores establecen la equidad como un requisito de la sostenibilidad e incluso como un criterio analítico de la economía ecológica, parece más cierto que se trata de una categoría externa al análisis ecológico.

Lo mismo ocurre con lo que cabría llamar titularidad colectiva de los recursos naturales. La economía ecológica vuelve a poner sobre el tapete la consideración del uso y el carácter patrimonial colectivo de los fondos de recursos naturales. No ofrece una ética universal al respecto sino que facilita la reflexión sobre las consecuencias sociales y políticas de las distintas opciones.

En el campo concreto del transporte, y dado que la movilidad ha de quedar limitada no por la capacidad productiva del sistema de transportes, sino por las capacidades ecológicas de carga sostenibles, lo que se ha de distribuir a través de la organización del transporte es principalmente el derecho de acceso a la constelación de recursos naturales limitados sobre los que se apoya la capacidad de carga: energías fósiles, capacidad de la atmósfera para la dispersión de contaminantes, espacio asignable a transporte, umbrales de ruido soportables, etc. En consecuencia, la garantía de equidad en la movilidad disponible en condiciones de sostenibilidad ecológica debe ser prioritaria en la organización del transporte, por encima de cualquier otra consideración.

c) La dificultad de integrar el marco institucional y la esfera financiera en el análisis ecológico.

El enfoque descrito permite desvelar algunas relaciones de poder configuradas a partir del marco institucional vigente, las cuales determinan en buena medida el modelo de movilidad y transporte existente, pero muchas otras pueden quedar ocultas si no se realiza un esfuerzo suplementario en esa dirección. Como señala Carpintero (2005, página 486), "Ya que la economía convencional hace un flaco favor al análisis olvidando la dimensión ambiental, en el mismo error podría caer el enfoque [ecológico] aquí defendido si olvidara la dimensión o medio financiero y su influencia en la gestión y adquisición de los recursos".

1.4. La incorporación institucional del concepto de ciclo de vida

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una herramienta desarrollada en las tres últimas décadas para estimar las consecuencias ambientales de un producto o una actividad globalmente, a lo largo de todo su proceso de fabricación, uso y conversión en residuo. Muchas empresas han adoptado la metodología de ACV definida en la Norma 14040 publicada en 2002 por la International Organization of Standards (ISO). En dicha metodología se hace un inventario de los materiales extraídos, la energía empleada, las emisiones a la atmósfera y líquidas, los residuos sólidos y otras consecuencias generadas a lo largo de toda la vida del producto o la actividad, evaluándose los impactos asociados con esos flujos¹⁹.

¹⁹ Las normativas de estandarización ofrecen dos definiciones de Análisis de Ciclo de Vida:

El Análisis del Ciclo de Vida (ACV) se ha convertido en una metodología cada día más normalizada en el ámbito internacional, por ejemplo a través de las Normas ISO-14040 aparecidas al final del siglo pasado²⁰. Igualmente se están extendiendo las Declaraciones Ambientales de producto, definidas en la Norma ISO 14025 como la cuantificación de datos ambientales de un producto a partir de los parámetros de la citada anteriormente Norma ISO 14040, lo que no excluye otras informaciones ambientales adicionales.

Numerosos fabricantes de vehículos o de materiales de construcción de infraestructuras han realizado los correspondientes Análisis de Ciclo de Vida de sus productos en los últimos años, de manera que se dispone en la actualidad de referencias más precisas para abordar las fases no circulatorias de la actividad del transporte.

Esos Análisis de Ciclo de Vida se apoyan a su vez en bases de datos cada vez más extensas y afinadas de los materiales y elementos que componen los vehículos o las infraestructuras que les dan soporte²¹. Como cualquier otra herramienta, el Análisis de Ciclo de Vida tiene sus limitaciones, pero a efectos de las presentes cuentas, supone un elemento fundamental de comprensión de los flujos físicos de la movilidad²².

En el presente trabajo, más que un Análisis de Ciclo de Vida de un producto, lo que se aborda es el Análisis del Ciclo de Vida de un sistema o actividad completo, lo que incorpora ciclos de vida de productos (vehículos), de infraestructuras y de sistemas de gestión asociados al mismo.

1.5. Huellas ambientales

En las últimas décadas se han desarrollado metodologías para esclarecer el modo en que nuestra actividad, nuestro modo de vida, tiene consecuencias que trascienden el espacio en el que habitamos para extenderse por todo el planeta.

Han ido así surgiendo diversos conceptos vinculados a la dimensión de los recursos que extraemos en diferentes puntos del planeta, próximos o lejanos. Huella ecológica, huella de carbono, huella hídrica y mochila ecológica son algunos de los conceptos empleados para relacionar de un modo gráfico la envergadura de nuestro impacto planetario en términos

Norma ISO 14040: "el Análisis de Ciclo de Vida es una técnica para determinar los aspectos ambientales e impactos potenciales asociados a un producto: compilando un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema, evaluando los impactos ambientales potenciales asociados a esas entradas y salidas, e interpretando los resultados de las fases de inventario e impacto en relación con los objetivos del estudio" (1997)

Norma española UNE 150-040-96: "El Análisis de Ciclo de Vida es una recopilación y evaluación de las entradas y salidas de materia y energía, y de los impactos ambientales potenciales directamente atribuibles a la función del sistema del producto a lo largo de su ciclo de vida"

²⁰ Véase con respecto a esa normalización y los modelos de referencia el artículo "La huella de carbono en las infraestructuras de transporte". Laura Crespo y Fernando Jiménez. Revista Ingeniería Civil nº 169 (2013). CEDEX. Ministerio de Fomento.

²¹ Entre las bases de datos de ciclo de vida más empleadas y completas están GaBi (<http://www.pe-international.com/spain/index/>) y Ecoinvent (<http://www.ecoinvent.org/>).

²² Véase por ejemplo las limitaciones señaladas en el artículo "Life Cycle Assessment Practices: Benchmarking Selected European Automobile Manufacturers". Jean-Jacques Chanaron. Grenoble Ecole de Management (Francia).

espaciales o a través de otras dimensiones como las emisiones de carbono o la cantidad de agua empleada.

Cada una de esas huellas o indicadores presenta ventajas e inconvenientes para cumplir su propósito, es decir, para permitir visibilizar el impacto de las diferentes actividades con respecto a un recurso o a un conjunto de elementos. Todas presentan, en cualquier caso, dificultades metodológicas derivadas de la propia base de información estadística en la que se apoyan, cuya calidad y profundidad es a veces bastante reducida. En el presente trabajo se ha podido constatar fehacientemente esa limitación de las fuentes de información y, por la envergadura del mismo, se ha preferido no desarrollar estas herramientas.

Lo que sí está claro es que a partir de la base de información aportada por las Cuentas Ecológicas del Transporte resultaría más sencillo elaborar las huellas ecológicas, de carbono o hídricas, de esta actividad humana y, sobre todo, revisar las dimensiones de las huellas que son calculadas por diversas entidades, organismos oficiales o investigadores.

En ese sentido, por ejemplo, el Ministerio de Fomento en el "Informe de Sostenibilidad Ambiental del Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda 2012-2024" realiza una serie de cálculos para estimar la huella ecológica del transporte en España, que pueden servir como referencia para ese tipo de cálculos. El concepto de huella ecológica empleado por dicho Informe es el siguiente:

"La huella ecológica de una actividad se define como el área de terreno necesaria para proporcionar los recursos que esta actividad utiliza, y para asimilar los desechos que genera. En el caso del transporte, la huella ecológica sería, por lo que se refiere a sus emisiones, la cantidad de terreno con cubierta vegetal necesaria para absorber todo el CO₂ que genera el mismo. Además se debe contabilizar la superficie artificial."²³

Bajo ese concepto, el Informe realiza una estimación de la huella ecológica de la fase de circulación de los vehículos a través del consumo de combustible y, también, de la huella ecológica de la ocupación de las infraestructuras de transporte, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 4. Huella ecológica de los modos de transporte en 2012 según consumo de combustible (PITVI)

Modo	Huella ecológica (millones de hectáreas/año)	Emisiones de CO ₂ (millones de t)
Carretera	18,40	95,82
Ferroviano	0,28	1,44
Marítimo	6,17	32,12
Aéreo	1,72	8,95
Total	26,57	138,33

Como no podía ser de otro modo, atendiendo al consumo de combustible la carretera representa cerca del 70% del total y el marítimo un 23% debido a la inclusión en los cálculos del combustible empleado en los barcos de transporte de carga internacional. Según esa estimación, la huella ecológica del transporte en España durante 2012 representaba una cifra de hectáreas equivalente al 90% de la superficie forestal del país y casi un 50% del territorio nacional.

²³ Pagina 256 del Volumen 1 del "Informe de Sostenibilidad Ambiental del Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda 2012-2024". Ministerio de Fomento. Madrid, diciembre de 2013.

Si se añadiera la huella ecológica de modos y medios de transporte no contemplados en ese computo, como la tubería, los ferrocarriles metropolitanos, los tranvías o los ascensores, esas cifras alcanzarían el equivalente al total de la superficie forestal o más de la mitad de la superficie del país. De ese modo, solo la fase de circulación del transporte exigiría toda la producción fotosintética de las superficies forestales del territorio nacional.

Todo ello sin considerar las demás fases del ciclo de vida del transporte como la fabricación de los vehículos, la construcción de las infraestructuras o la gestión y depósito de los residuos no gaseosos.

Respecto a la huella ecológica correspondiente a las superficies ocupadas por algunas de las infraestructuras de transporte, el citado informe realiza las siguientes estimaciones:

Tabla 5. Superficie ocupada por las infraestructuras de transporte en 2012 (PITVI)

Modo	Millones de hectáreas
Carretera	0,87
Ferroviario	0,30
Marítimo	0,21
Aéreo	0,22
Total	1,60

Estas cifras no incluyen una buena parte de las infraestructuras de cada modo, tal y como se puede también comprobar en el capítulo de este trabajo dedicado a la superficie dedicada al transporte. Por ejemplo, solo consideran una parte de la red de carreteras y no incluyen el viario urbano; no tienen en cuenta más que las infraestructuras lineales ferroviarias, pero no las infraestructuras nodales; y no consideran tampoco los puertos de competencia autonómica.

1.6. Emisiones

Los acuerdos internacionales firmados por España en materia de cambio climático, al mismo tiempo que exigen el cumplimiento de unos determinados niveles de emisiones, generan también unas metodologías homologadas de cálculo de dichas emisiones. En particular, España está obligada a informar anualmente sobre los resultados de los inventarios de gases de efecto invernadero emitidos a diversos organismos internacionales y, en particular, a la Secretaría del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés), a la que la Unión Europea envía los inventarios de cada estado miembro.

Estos compromisos de emisión y de información de España con respecto a la Unión Europea están recogidos en las siguientes directivas:

- Directiva 2001/81/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2001, sobre techos nacionales de emisión de determinados contaminantes atmosféricos. Informe anual y estimación de emisiones de dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles y amoníaco.
- Decisión 280/2004/CE (y Decisión 2005/166/CE sobre sus procedimientos de aplicación) del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de febrero de 2004, relativa a un mecanismo para el seguimiento de las emisiones de efecto invernadero en la Comunidad y para la aplicación del Protocolo de Kioto. Informe anual y estimaciones de emisiones.

Los inventarios anuales de emisiones, enviados a las Naciones Unidas y a la Unión Europea, sirven también de información básica para la elaboración de las Cuentas Ambientales del Instituto Nacional de Estadística.

Como consecuencia de ese conjunto de acuerdos, se han creado numerosas herramientas y metodologías académicas, y también institucionales, para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero y de contaminantes atmosféricos. Lo que hace un par de décadas era un ejercicio esforzado de obtención de datos en dispersas estadísticas sectoriales, hoy es un procedimiento normalizado al que obligan las instituciones europeas para poder evaluar las políticas que aplican en esos retos del cambio climático y la calidad del aire.

No quiere decir esto que las herramientas sean perfectas o que no realicen un manejo a veces dudoso de fuentes de información de baja calidad, pero es evidente que la información relativa a las emisiones a la atmósfera ha adquirido unos rasgos de solidez que hace dos décadas no tenía.

Como explica un informe de la Agencia Europea de Medio Ambiente²⁴, existen diferentes perspectivas metodológicas para la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero: la perspectiva territorial, la perspectiva de la producción y la perspectiva del consumo.

La perspectiva **territorial**, que toma en consideración las emisiones que se liberan a la atmósfera dentro de los límites fronterizos de cada país, es la única aceptada por los acuerdos internacionales a la hora de la contabilidad de las emisiones y de los esfuerzos para su reducción.

La perspectiva de la **producción** tiene en cuenta las emisiones de las compañías con actividad económica en el país en cuestión, con independencia de la localización en la que tengan lugar las actividades. Incorpora también las emisiones de los hogares de los residentes. Por último, la perspectiva del **consumo** considera las emisiones derivadas del consumo nacional de bienes y servicios, con independencia del lugar en donde se hayan producido.

Entre los modelos oficiales destaca, en el ámbito del transporte por carretera, el denominado COPERT 4, financiado y avalado por la Comisión Europea y que estima las emisiones de la fase de tracción del modo viario.

Se han desarrollado también guías y herramientas de administraciones regionales²⁵.

Al margen de los modelos elaborados por las instituciones públicas, son numerosos también los modelos preparados por agentes privados y organizaciones sectoriales, muchos de ellos accesibles públicamente y con sistemas de cálculo para los desplazamientos realizados por cada ciudadano en un determinado modo y trayecto. Así, por ejemplo, la Agencia Internacional de Aviación Civil (ICAO) tiene en su página web una herramienta informática de cálculo de emisiones para el transporte aéreo de pasajeros²⁶.

²⁴ "European Union CO2 emissions: different accounting perspectives". Agencia Europea de Medio Ambiente. Technical report N° 20/2013. Luxemburgo.

²⁵ GUÍA PRÁCTICA PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI). Oficina Catalana del Canvi Climàtic. Generalitat de Catalunya. Comisión Interdepartamental del Cambio Climático. Versión marzo 2011.

²⁶ <http://www2.icao.int/en/carbonoffset/Pages/default.aspx>. Existen también consultoras que ofrecen cálculos para cada modo de transportes como por ejemplo: <http://www.carbonfootprint.com/calculator.aspx>

1.7. Método de elaboración de las Cuentas Ecológicas o Integradas

Para poder comparar modos diferentes de transporte y comprender las dimensiones de sus efectos ambientales, sociales y económicos, es imprescindible contar con una estimación de lo que se suele denominar en la disciplina de la economía del transporte como “producción de transporte” y que aquí pasa a llamarse “magnitud de los desplazamientos” que se realizan en un determinado lugar y periodo.

En el caso de las mercancías, la unidad utilizada habitualmente para medir la magnitud de los desplazamientos es la tonelada-km es decir, el número de toneladas que se desplazan por los kilómetros que recorren; por ejemplo, un camión que lleva 10 toneladas de arroz en un trayecto de 20 km representa una magnitud de los desplazamientos de 200 t-km. Para la movilidad de personas la unidad empleada habitualmente es la de viajero-km, sustituida aquí por una unidad equivalente sin sesgo sexista como es la de personas-km, que representa el número de personas que se desplazan por los kilómetros que recorren.

El primer paso, por tanto, de la elaboración de las Cuentas Ecológicas es conocer las magnitudes del transporte o la movilidad que se dan en el territorio español en el periodo de un año. Para seleccionar el año de referencia hay que tener en cuenta la rapidez con la que se actualizan y están disponibles las estadísticas de los diferentes modos de transporte y las variaciones generadas por la crisis.

Para el presente trabajo, realizado a lo largo de 2013 y 2014, se ha podido disponer de datos bastante completos hasta 2012. Además, dado el interés de conocer la situación en el momento álgido del crecimiento de las principales magnitudes macroeconómicas, se han establecido dos años de referencia para realizar la contabilidad ecológica de la movilidad: 2007 y 2012.

Para cada medio de transporte se genera una tabla como las que siguen a continuación correspondientes a los años de referencia:

Tabla 6. Magnitud de la movilidad de personas por cada medio. Parámetros y unidades

Plazas por vehículo	Tasas de ocupación estimadas	Tráfico	Oferta de transporte	Magnitud de los desplazamientos de personas
Nº	%	millones de veh-km	millones de plazas-km	millones de personas-km

Tabla 7. Magnitud de la movilidad de materiales y mercancías por cada medio. Parámetros y unidades

Carga media por vehículo	Tasas de ocupación estimadas	Tráfico	Oferta de transporte	Desplazamientos de mercancías
(t)	%	millones de veh-km	millones de t-km	millones de t-km

Una vez obtenidos los datos para cada medio de transporte se procederá a su combinación en los siguientes modos:

Tabla 8. Dimensión de los desplazamientos de materiales y energía (en t-km o dimensiones equivalentes)

Viaro	Ferrovial	Marítimo	Aéreo	Cable y tubería
Camiones Furgonetas	Trenes de mercancías interiores Trenes transfronterizos	Internacional Cabotaje Mercancías en buques mixtos de personas y carga	Vuelos de carga Mercancías en vuelos de personas	Gaseoducto Oleoducto Electricidad Agua

Tabla 9. Dimensión de los desplazamientos de personas (en personas-km)

Viaro	Ferrovial	Marítimo	Aéreo	Cable
Automóviles	AVE y largo recorrido	Ferries	Vuelos interiores	Funiculares y otros medios guiados
Autobuses urbanos	Media distancia	Otros servicios de corto recorrido	Vuelos internacionales	Ascensores, escaleras y rampas mecánicas
Autobuses interurbanos regulares	Cercanías Ferrocarriles autonómicos			
Servicios discrecionales en autobús	FEVE			
Taxi	Metros			
Motocicletas	Tranvías			
Bicicletas				

El segundo paso consiste en estimar, en sus variables y términos correspondientes, las consecuencias sociales y ambientales, así como las cifras monetarias que representan esos desplazamientos: por ejemplo, la energía utilizada, las emisiones, los accidentes, los costes monetarios y otros elementos señalados en la matriz para el ciclo global de cada medio de transporte.

Para ello será necesario contar o bien con los datos de referencia de cada fase del ciclo global específico para cada medio de transporte, o bien con estimaciones más generales que permitan extrapolar los datos de investigaciones realizadas por los propios sectores o submodos.

Los resultados de esta etapa serán matrices para cada esfera de valor (ambiental, social y económico) en sus diferentes unidades de medida, para cada modo o medio de transporte y para cada fase del ciclo global. Algunas casillas de la matriz solo se podrán completar con datos globales del modo y otras ni siquiera contarán con información adecuada, lo que significará que aparecerán en blanco.

La tercera etapa consistirá en sintetizar los resultados del anterior conjunto de matrices para cada medio en una matriz por modo de transporte (viario, ferroviario, aéreo, marítimo, cable y tubería).

Dada la multiplicidad de parámetros en juego, se pretende expresar de un modo resumido las afecciones en cada una de las esferas mediante indicadores. En la esfera ambiental, se ha optado por el consumo energético como indicador con dicha capacidad sintética. Para la esfera económica el indicador sintético será el monetario (euros). Y para la esfera social se ensayará la utilización de un indicador sintético como es el del tiempo empleado en el sistema de desplazamientos, es decir, el tiempo necesario para desplazamientos de personas y materiales, tanto para el propio movimiento, como para generar las condiciones y medios que lo permiten.

1.8. Complejidad, diversidad y calidad de las fuentes de información

Como se puede deducir de la anterior descripción del método de elaboración, la tarea de construir unas Cuentas de este tipo es de gran envergadura. Cada conjunto agregado de datos del archivador puede ser el resultado de una compleja cadena de cifras, cálculos y estimaciones procedentes de numerosas y diversas fuentes de información²⁷, lo que plantea complicaciones relacionadas con los siguientes aspectos de la información:

- existencia de datos oficiales o procedentes de fuentes fidedignas
- disponibilidad pública de dichas fuentes
- formato de las fuentes
- idoneidad de los datos para afrontar los distintos aspectos y cálculos
- calidad de las fuentes
- discrepancias entre fuentes

El primer aspecto, la existencia de datos oficiales o procedentes de fuentes fidedignas, tiene más enjundia de lo que pudiera parecer. La información de instituciones públicas sigue la estructura tradicional del transporte, construida a lo largo de los últimos decenios y compartimentada según la lógica convencional de la administración pública. Por consiguiente, no responde siempre a las necesidades de información del presente planteamiento metodológico. Por ejemplo, la información sobre el transporte no suele recoger los desplazamientos activos (peatonales y ciclistas) o, en el caso del transporte de energía, responde a las metodologías de análisis establecidas a lo largo del tiempo en la gestión de ese sector, con poca relación y coordinación con los modos convencionales (viario, ferroviario, aéreo, marítimo).

Hay también otras lagunas de información derivadas de la despreocupación de las instituciones o de la falta de recursos puestos al servicio de esta herramienta fundamental para las políticas públicas. Un ejemplo de ello es la falta de una elaboración periódica de datos de movilidad que permitan, como ocurre en otros países, conocer las pautas de desplazamiento de la población. También se detecta una enorme laguna en la información relacionada con los recorridos de los vehículos y las personas en el ámbito urbano.

Aún en caso de que las administraciones y agentes dispongan de datos, no siempre están disponibles para su consulta pública. En el caso de las administraciones, a pesar de las directivas y

²⁷ Para estas Cuentas, por ejemplo, se han empleado datos de una decena de Ministerios, cada uno con formatos y accesos diferentes.

convenios vinculados a la transparencia en la información²⁸, sigue existiendo una enorme opacidad a la hora de hacer accesibles numerosos estudios y datos, encargados con dinero público o realizados internamente.

Es más, la información se sigue ofreciendo con mucha frecuencia de manera poco accesible, en formatos que no permiten su manejo o edición, a pesar de que se está abriendo paso la práctica denominada “**datos abiertos**” (*open data*, en inglés) que procura que la información esté disponible de forma libre para toda la ciudadanía, sin restricciones legales o técnicas.²⁹

Otro aspecto importante de las fuentes de información del transporte es su idoneidad para diagnosticar los problemas y para ofrecer una panorámica de la evolución del sector. Si la mirada sobre el transporte se amplía y cambia, como ocurre en el planteamiento de este trabajo, es evidente que también serán distintas las necesidades de acopio de información y los desgloses o desagregaciones requeridos. A ese respecto, hay que resaltar la importancia de la comparabilidad de los datos, es decir, de su capacidad para establecer comparaciones rigurosas entre segmentos, medios y modos diferentes de transporte.

Es frecuente que, en aras de resaltar las bondades de cada modo o medio de transporte, las informaciones sectoriales soslayan los parámetros menos favorables o las facetas más comprometidas. Este es el caso, por ejemplo, de la difusión de datos de consumo de energía final frente a los de energía primaria en los vehículos de fuente eléctrica, o el olvido interesado de la fase de construcción y mantenimiento de infraestructuras en el modo viario.

También ocurre, en ocasiones, que primen los intereses corporativos o estratégicos de un segmento, operador o grupo, lo que conduce a falta de transparencia de la información disponible o de los métodos para la estimación de las cifras clave. Quizás ese es el problema que desvelan las declaraciones del gerente de la Asociación de Empresas Ferroviarias Privadas en las que señala “Renfe Mercancías practica una estrategia de precios depredadores y desproporcionados que arrastran a todo el sector a una situación insostenible y la propia Renfe a unas pérdidas millonarias recurrentes que son compensada con las subvenciones de otras líneas de negocio”³⁰.

En paralelo a la idoneidad surge también el criterio de la calidad y precisión de la información que, en la actualidad, deja bastante que desear en numerosas facetas relacionadas con estas Cuentas. Los agentes sociales y económicos del transporte, aunque muchas veces son muy opacos a la hora de ofrecer sus propias cifras, conocen y sufren esas limitaciones de idoneidad y calidad de datos. Como señala la patronal europea de los fabricantes de automóviles:

“Se necesita urgentemente estadísticas de transporte precisas. El Libro Blanco ha fallado a la hora de afrontar uno de los mayores problemas de la política de transporte: las estadísticas del

²⁸ El Convenio de Aarhus sobre acceso a la información, participación pública en la toma de decisiones y acceso a la justicia en materia de medio ambiente fue redactado en 1998 y ratificado por España en 2005. Véase a ese respecto la página web del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente: <http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/informacion-ambiental/>

²⁹ La directiva europea 2003/98/CE para la reutilización de la información en el sector público procura la disponibilidad de los datos de carácter público elaborados o gestionados por las diferentes administraciones. Dicha directiva fue traspuesta en España mediante la Ley 37/2007, de 16 de noviembre, sobre la reutilización de la información del sector público. Consecuencia de todo ello son iniciativas de datos abiertos de las diferentes administraciones públicas. La Administración Central adoptó en 2011 la iniciativa datos.gob.es y en 2014 el II Plan de Acción de Gobierno Abierto.

³⁰ Declaraciones de Juan Diego Pedrero recogidas en el artículo “Las mercancías ferroviarias en pie de guerra” de Susana Blázquez (El País Negocios, 17 de agosto de 2014).

transporte de mercancías. El método corriente de medir el transporte de mercancías en Europa plantea preocupantes problemas metodológicos y está lejos de ser satisfactorio. Las estadísticas disponibles a partir de las fuentes oficiales presentan únicamente una perspectiva parcial y pueden dar lugar a una equivocada percepción de la eficiencia de los diferentes modos de transporte: es esencial la medición de las mercancías transportadas y de la eficiencia bajo bases consistentes para el conjunto de modos"³¹.

Por último, cabe resaltar que la divergencia entre las diversas fuentes de datos es una constante en la bibliografía sobre emisiones, consumo energético y otras consecuencias de la movilidad. Así, por ejemplo, las discrepancias sobre el consumo energético del ferrocarril son significativas dependiendo de la fuente de información. Tal y como se indica en la monografía ElecRail nº 1³², los datos de consumo de electricidad del ferrocarril aportados por la Asociación de Grandes Consumidores de Electricidad del Sector Servicios (GranCees) son aproximadamente un 10% superiores a los que ofrece el Ministerio de Fomento en su "Informe sobre los Transportes y Servicios Postales" de carácter anual. La conclusión de la mencionada publicación es que el consumo energético del ferrocarril en España solo puede estimarse de un modo aproximado.

En definitiva, la elaboración de estas Cuentas Ecológicas del Transporte tiene, como dificultad añadida a la propia amplitud de la información a buscar y manejar, el contraste de la calidad de los datos y su idoneidad para representar los parámetros seleccionados.

³¹ Comentarios de junio de 2011 de la European Automobile Manufacturers' Association (ACEA) al Libro Blanco de la Comisión Europea denominado Hoja de ruta hacia un espacio único europeo de transporte: por una política de transportes competitiva y sostenible. Bruselas, 28.3.2011 COM (2011) 144 final .

³² "Cuantificación del consumo de energía eléctrica del ferrocarril español". Alberto García y M^a del Pilar Martín Cañizares. Fundación de los Ferrocarriles Españoles, 2012. Proyecto ElecRail financiado por el CEDEX. Ministerio de Fomento.

2. ESTIMACIÓN DE LAS PRINCIPALES MAGNITUDES DE LOS DESPLAZAMIENTOS

2.1. El concepto de “producción” de transporte y las magnitudes de referencia

Como se ha señalado en la introducción metodológica, el enfoque económico estándar es ciego a numerosos desplazamientos que hacemos los humanos y, además, por motivos de la historia administrativa e institucional del sector, deja de lado una parte esencial de lo que transportamos diariamente. En ese sentido, el concepto de “producción” de transporte que se aplica en la economía estándar se amplía sustancialmente cuando se sustituye por el derivado del enfoque ecointegrador, avivándose el interés por numerosas modalidades de transporte que el concepto convencional no contempla.

Más aún, la aceptación del enfoque ecointegrador cuestiona incluso la propia noción de “producción” asociada al transporte. En otras áreas de la economía, como la minería, el concepto de “producción”, lejos de significar la idea de generación de recursos que se esconde tras esa palabra, supone su extracción, empleo y/o destrucción, con los consiguientes residuos y consecuencias ambientales. En el caso del transporte, tampoco se puede hablar de la producción de un recurso sino, en todo caso, de su puesta a disposición humana en un determinado lugar, a costa, eso sí, de la generación de residuos e impactos.

Desde esa perspectiva, medir las dimensiones económicas del transporte no significa medir la “producción” del transporte sino, en todo caso, las magnitudes principales de una actividad económico-ecológica que presenta numerosas facetas de transformación y destrucción de recursos. Llámesele “producción” o, simplemente, magnitudes del transporte, las diferencias entre lo que se mide en un enfoque u otro son importantes:

El concepto de “producción” de transporte visto por los enfoques económicos

Enfoque económico convencional	Enfoque ecointegrador
Desplazamientos de personas y mercancías por determinados medios y modos de transporte que conllevan una valoración monetaria	Cualquier desplazamiento de personas, bienes, materiales o mercancías realizado con intencionalidad por los seres humanos

En el presente trabajo se realiza un ejercicio inédito de aproximación al conjunto global de los desplazamientos en España, rompiendo en la medida de lo posible las fronteras administrativas o conceptuales que los segregan e incorporando aquellos modos de transporte que no son apropiables o valorables como el peatonal y ciclista.

Sin embargo, las unidades de medida de la “producción” de transporte empleadas aquí se corresponden con las habituales en el sector, admitiendo que esa opción supone algunas dificultades añadidas para integrar las modalidades de desplazamiento que no son consideradas en la economía del transporte estándar o para comprender algunos fenómenos esenciales en la movilidad del país. Se trata, en esencia, de medir los desplazamientos realizados de personas y bienes, así como la longitud de su recorrido según las siguientes unidades y conceptos:

Unidades de medida del transporte

Personas	Mercancías, bienes, materiales
<ul style="list-style-type: none"> • Millones de viajes o desplazamientos realizados por personas • Millones de personas-km recorridos³³ 	<ul style="list-style-type: none"> • Millones de toneladas de mercancías o bienes desplazados • Millones de t-km desplazadas³⁴

Conceptos asociados a la medición del transporte

Concepto	Significado
<ul style="list-style-type: none"> • Viaje 	Desplazamiento realizado por una persona o por un vehículo por cualquier motivo entre un origen y un destino particulares
<ul style="list-style-type: none"> • Viajero o viajera 	Persona que realiza un viaje entre un origen y un destino de desplazamiento
<ul style="list-style-type: none"> • Vehículo-km 	Desplazamiento de un vehículo a lo largo de un kilómetro
<ul style="list-style-type: none"> • Persona-km 	Desplazamiento de una persona a lo largo de un kilómetro. Se obtiene, por ejemplo, multiplicando los vehículos-kilómetro por su ocupación, sin contar los conductores de los vehículos de transporte público, pero sí los conductores de vehículos privados
<ul style="list-style-type: none"> • Plaza-km 	Desplazamiento de una plaza de vehículo a lo largo de un kilómetro. Se obtiene de multiplicar los kilómetros recorridos por el vehículo por las plazas que ofrece.
<ul style="list-style-type: none"> • Tonelada desplazada 	Peso de la mercancía o bien desplazado, sin contar el peso del vehículo que lo transporta
<ul style="list-style-type: none"> • Tonelada-km (t-km) 	Desplazamiento de una tonelada de mercancías a lo largo de un kilómetro
<ul style="list-style-type: none"> • Tonelaje máximo transportable 	Capacidad de carga o número máximo de toneladas de la mercancía o bien desplazado, sin contar el peso del vehículo, que puede transportar un vehículo
<ul style="list-style-type: none"> • Tonelaje máximo-km (t_{max}-km) 	Desplazamiento del tonelaje máximo de mercancías a lo largo de un kilómetro

La primera dificultad de estas unidades y conceptos tiene que ver con la propia definición de viaje, ya que un desplazamiento entre un origen y destino por un motivo determinado suele contar con varias etapas que se corresponden con el uso de diferentes formas de locomoción. Por ejemplo, en el caso de personas, un viaje puede constar de una etapa peatonal inicial de acceso a una estación de metro, una segunda etapa en dicho medio de transporte y una etapa final caminando hasta el destino.

Las magnitudes del transporte estimadas en este trabajo, debido a los rasgos de las fuentes empleadas³⁵, procuran incorporar como viajes todas las etapas realizadas en los diferentes

³³ Multiplicación del número de personas por la longitud del recorrido que ha realizado cada uno. Se trata por tanto de una dimensión medida en términos de longitud (km)

³⁴ Multiplicación del número de las toneladas desplazadas por los kilómetros recorridos en dichos desplazamientos. Al igual que en el caso de los personas-km, su unidad de medida es la longitud (km)

³⁵ La explotación publicada de la encuesta Movilia (2006/7) del Ministerio de Fomento, ofrece datos de distribución de viajes por modo principal de desplazamiento, lo que invisibiliza las etapas de acceso y

vehículos motorizados, pero no incluyen las etapas peatonales que los complementan. Así, en el ejemplo anterior, se asigna el viaje al ferrocarril metropolitano aunque las etapas peatonales pueden tener una envergadura importante.

En el caso de que después del metro la persona utilice un autobús para acceder a su destino final, sí se computan los dos desplazamientos; de ese modo se pueden combinar los dos tipos de fuentes de información de la movilidad disponibles: las encuestas de movilidad y los registros de viajeros y viajeras de los modos de transporte colectivo. Pero no todos los modos de transporte cuentan con datos procedentes de la misma fuente que cubran tanto las cifras de personas que se desplazan como las personas-km o las toneladas y las toneladas-km. Para solventar esa carencia se requiere utilizar fuentes con metodologías diversas y realizar estimaciones aproximativas, lo que conduce a resultados con una precisión menor.

La dificultad de atender los eslabones iniciales y finales de los desplazamientos oscurece en especial la importancia de dos modos de desplazamiento fundamentales para comprender la movilidad del ámbito urbano como son el modo peatonal y el modo eléctrico vertical (ascensores). Los desplazamientos andando son eslabones casi universales en el origen y destino de los viajes cuyo modo principal es el transporte motorizado (colectivo o individual como el automóvil), pero estas etapas peatonales no quedan reflejadas en la contabilidad habitual del transporte. La invisibilidad del modo eléctrico vertical (ascensores) es muy relevante en las ciudades españolas, cuyo parque de ascensores es junto al italiano el más numeroso de la Unión Europea.

Algo semejante ocurre con los conceptos de viaje y tonelada aplicados a los bienes y mercancías desplazadas, pues una buena parte realizan viajes multietápicos, empleando varios medios de transporte para llegar a destino. Por ejemplo, una mercancía puede tener un recorrido inicial en camión hasta una estación de ferrocarril, desplazarse en tren hasta otra estación, cargarse de nuevo en camión hasta un almacén y distribuirse en furgoneta desde el mismo. La tonelada viajera es la misma, aunque se habrá contabilizado varias veces en los distintos medios de transporte empleados, lo que, de algún modo, eleva o sobrevalora el peso de la carretera como elemento clave de la distribución fina de mercancías. Para paliar parcialmente este problema, es fundamental completar la información de tonelaje transportado con la de sus recorridos (tonelada-km), pues de ese modo se ofrece una visión complementaria de la importancia de cada modo de transporte.

Quiere esto decir que, para tener una perspectiva más completa del significado del transporte de mercancías en la economía española, es fundamental enlazar las magnitudes de los desplazamientos con los requerimientos totales de materiales (RTM) que la sostienen y, por tanto, establecer puentes entre las cuentas del transporte y las cuentas del metabolismo de la economía o las cuentas de flujos materiales³⁶.

destino a/desde dichos modos principales. Por su parte, los operadores de transporte colectivo ofrecen las cifras de personas que se desplazan con independencia de si conforman o no un viaje intermodal que, en otras metodologías se asigna al modo principal de transporte empleado.

³⁶ Véase al respecto *El metabolismo de la economía española. Recursos naturales y huella ecológica (1955-2000)* de Óscar Carpintero, publicado por la Fundación César Manrique (Lanzarote, 2005). Y, más recientemente, el trabajo "Estadísticas básicas del metabolismo económico" dirigido por Óscar Carpintero para la Fundación Hogar del Empleado (FUHEM-Ecosocial. Madrid, 2014). Igualmente se puede establecer una vinculación entre esos flujos de mercancías y la Cuenta de Flujos Materiales que elabora el Instituto Nacional de Estadística.

Una segunda dificultad al manejar las unidades de medida del transporte antes señaladas es que se requiere una separación de los desplazamientos de personas respecto de los desplazamientos de mercancías, materiales o bienes, cuando, en realidad, es muy frecuente que se realicen simultáneamente: aviones que vuelan con personas y con carga, automóviles que llevan a los domicilios a personas junto a las compras de alimentos; ferries que transportan camiones y pasajeros, ciclomotores que transportan pizzas, etc. Solventar completamente esa dificultad escapa a las dimensiones de este trabajo, aunque se procurará hacerlo en algunos modos de desplazamiento y se indicarán los espacios en los que esa segregación tiene una mayor capacidad de distorsión de la imagen real del sector.

Una última dificultad a reseñar es la falta de experiencia y herramientas de análisis del transporte, en términos de esas unidades, de alguno de los medios aquí considerados como el agua o la electricidad. Para paliar ese problema se aplicarán algunas hipótesis y simplificaciones que permitan alcanzar un orden de magnitud con una precisión suficiente a efectos de los objetivos del presente trabajo.

2.2. Las fronteras de la movilidad

Al afrontar la estimación de las magnitudes de la movilidad señaladas más arriba hay que detenerse en los límites geográficos y las escalas de análisis que se van a emplear. El propio título de este trabajo deja claro que el análisis abarca la movilidad dentro de las fronteras estatales, sin embargo, esa respuesta no cierra los interrogantes, pues deja varias cuestiones a dilucidar en función de los objetivos del proyecto. En particular, se pretende comprender aquí la magnitud y la evolución de las siguientes facetas o modalidades de movilidad:

- la movilidad que se produce en el territorio español
- la movilidad asociada a la población residente en España
- la movilidad asociada a la población de visitantes del territorio español
- la movilidad asociada a la economía española

Cuando se habla de la movilidad que se produce o realiza en el territorio español se incluyen desplazamientos que, o bien son de tránsito o bien están generados por visitantes, motivo por el cual no debería ser asociada sin cautela a la población española.

La movilidad asociada a la población residente en España sería aquella que realizan exclusivamente los habitantes empadronados del país. Obviamente, en algunas fuentes estadísticas es muy difícil segregar un viaje realizado por una persona residente de los viajes realizados por otra turista. Y tampoco es sencillo diferenciar una mercancía de tránsito de una cuyo destino es otra región del país.

También presenta aspectos en sombra la asignación de desplazamientos con origen o destino fuera de las fronteras del país, como por ejemplo los viajes turísticos (de extranjeros con destino a España y de españoles o españolas hacia el exterior), la importación y exportación de mercancías y los tránsitos de personas y mercancías por el territorio nacional. Al margen de las debilidades estadísticas propias de dicha movilidad y de su diferente tratamiento en los distintos modos de transporte, la cuestión clave es cómo computar esos desplazamientos, pues si se suman íntegramente existiría una duplicación de viajes en caso de repetir la contabilidad en los países de origen o destino.

El criterio utilizado ha sido asignar al territorio nacional la mitad de las unidades de transporte exterior producidas con origen o destino en el país, excluyendo los tránsitos. Sin embargo, dada la dimensión que puede alcanzar alguno de esos tránsitos y la importancia de los movimientos externos para algunas facetas de la economía nacional, se indicarán de modo complementario las cifras de referencia totales que sean conocidas sobre dichos desplazamientos.

Una última cuestión a reseñar es la dificultad de encajar como desplazamientos los que se realizan durante las actividades propias del sector primario, de la agricultura, la ganadería, la pesca y la gestión forestal. Una buena parte de estas actividades se pueden considerar transporte: navegar hasta el lugar de pesca o trasladar en tractor la cosecha o los troncos recién cortados. Pero no se han incorporado a las presentes Cuentas.

2.3. Desplazamientos interiores de personas

En el caso de los desplazamientos de personas no existen fuentes estadísticas que enlacen, para todos los modos de transporte y de forma directa, las dos magnitudes de referencia, es decir, el número de desplazamientos y su recorrido.

Para paliar esa carencia, la metodología de este trabajo desarrolla un proceso de contabilidad paralelo entre las dos magnitudes, pero con múltiples puentes entre ambas. En el caso del número de viajes interior, las fuentes empleadas han sido las siguientes:

Tabla 10. Fuentes de datos del número de desplazamientos de personas

Modo	Nº de viajes
A pie	Estimación propia a partir de la encuesta Movilia y estimaciones derivadas de encuestas de movilidad origen-destino de carácter local
Bicicleta	Estimación propia a partir de la encuesta Movilia y estimaciones derivadas de las encuestas locales de movilidad origen-destino
Autobús urbano	Estadística de transporte de viajeros. Instituto Nacional de Estadística
Autobús interurbano	Estadística de transporte de viajeros. Instituto Nacional de Estadística
Autobús discrecional	Estadística de transporte de viajeros. Instituto Nacional de Estadística
Autobús escolar y laboral	Estadística de transporte de viajeros. Instituto Nacional de Estadística
Metro	Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento
Tranvía	Memorias de las operadoras
Ferrocarril	Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento
Automóvil	Estimación propia a partir de la encuesta Movilia
Motocicleta y ciclomotor	Estimación propia a partir de la encuesta Movilia
Avión	Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento
Marítimo	Los transportes y las infraestructuras (2012). Ministerio de Fomento
Otros	Estimación propia a partir de la encuesta Movilia

Como se puede observar, las fuentes de datos son principalmente las siguientes:

- La encuesta de movilidad denominada Movilia (2006-2007) realizada por el Ministerio de Fomento y dirigida a la población residente³⁷: empleada especialmente para estimar el número de desplazamientos de los modos de transporte que no suponen la compra de

³⁷ Al ser una encuesta a residentes no se registra la movilidad de las personas que viven en alojamientos colectivos, ni la de los turistas, ni la de la población, fundamentalmente emigrante, que no tiene legalizada su residencia en España.

billetes, es decir, los medios de transporte activos (a pie y bicicleta) y los motorizados de uso privado (automóvil, motocicleta y ciclomotor). La encuesta ha permitido disponer de cifras de uso de estos modos en recorridos cotidianos y en viajes incluso con pernoctación fuera del domicilio.

- Las cifras de viajeros y viajeras del transporte público por carretera, suministradas por el Instituto Nacional de Estadística en una encuesta mensual.
- Las cifras de viajeros y viajeras de algunos medios de transporte público como el ferrocarril, la aviación o el transporte marítimo, registradas en los anuarios estadísticos del Ministerio de Fomento.
- Las cifras de viajes de personas aportadas por algunas compañías operadoras como las del tranvía

Es evidente que esa relación de fuentes presenta diferencias metodológicas significativas. En unos casos se trata de encuestas con un nivel determinado de precisión y, en otros, de registros de personas que viajan. Además, es importante constatar que el uso de ambos tipos de fuentes ha obligado a estirar el propio concepto de "viaje" incorporando como tal a cualquier desplazamiento motorizado cuyo destino es la terminal, parada o estación de un medio de transporte también motorizado. De ese modo, las cifras de desplazamientos que ofrece Movilia son algo más reducidas que las aquí contempladas, pues los viajes intermodales motorizados se desdoblan en las diferentes etapas.

En cualquier caso, la explotación oficial de los datos de Movilia agrupa en una misma categoría los desplazamientos en automóvil y motocicleta, así como los desplazamientos peatonales y ciclistas, por lo que es necesario realizar algunas hipótesis que permitan segregar esos medios.

Para diferenciar entre viajes en automóvil y viajes en motocicleta/ciclomotor, incluidos en un mismo grupo en Movilia, se han empleado las cifras de las encuestas de movilidad cuya explotación pública distingue esos medios, obteniéndose el siguiente rango: entre el 2,5 y 10% de los denominados viajes motorizados privados (la suma de coches más motos) le corresponde a las motos y ciclomotores. Las encuestas en zonas del mediterráneo reflejan un mayor peso de la moto y el ciclomotor, pero en la costa norte y el resto de España esas cifras disminuyen mucho. Por consiguiente, se ha estimado como cifra de referencia para la moto en 2007 el 5% de la suma de desplazamientos de motos y coches.

La explotación oficial de la encuesta Movilia 2006/7 por parte del Ministerio de Fomento infraestima los desplazamientos peatonales y ciclistas debido a que no tiene en cuenta los de duración inferior a 5 minutos. En esas condiciones, los resultados en términos de número de viajes diarios son los siguientes³⁸:

Tabla 11. Reparto modal de la población residente en España (2006/7).

	A pie o en bici de más de cinco minutos	Automóvil o moto	Transporte colectivo	Otros
Porcentaje	45,6	42,3	9,8	2,3

Fuente: Movilia 2006/7. Ministerio de Fomento.

³⁸ Se entiende por viaje el desplazamiento entre un origen y un destino, lo que supone habitualmente la realización de varias etapas; por ejemplo un viaje puede estar compuesto de una primera etapa a pie para el acceso al automóvil o al vehículo colectivo, una segunda en el vehículo motorizado y una tercera a pie desde la estación o aparcamiento hasta el destino final. Cada viaje se asigna al medio de transporte que representa la etapa de mayor recorrido del conjunto.

Si se incluyeran en ese cómputo los viajes a pie o en bici de menos de cinco minutos de duración, aplicando los porcentajes correspondientes obtenidos en encuestas de movilidad locales o regionales, los modos activos cubrirían casi seis de cada diez desplazamientos cotidianos de la población española.

Tabla 12. Reparto modal corregido con todos los desplazamientos peatonales y ciclistas (2006/7)

	Todos los viajes a pie o en bici	Coche o moto	Transporte público	Otros
Porcentaje	58,3	32,4	7,5	1,8

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la encuesta Movilia 2006/7 y de encuestas de movilidad locales o regionales³⁹.

Esa contabilidad de los desplazamientos a pie o en bici no incorpora las etapas peatonales de acceso al vehículo o al destino que, aunque representen una fracción minoritaria del trayecto, tienen importancia a la hora de generar sociabilidad del espacio público y actividad física.

Al igual que ocurre con la diferenciación de viajes entre motos y automóviles, la desagregación de los viajes entre peatonales y en bicicleta se obtiene a partir de las encuestas de movilidad cuya explotación pública distingue esos modos. A partir de ellas se ha estimado una proporción (1,8/98,2) entre bicis y peatones para el conjunto del país en 2007, lo que representa que, aproximadamente, la bicicleta cubría en dicho año un 0,9% de los desplazamientos totales. El considerable incremento del uso de la bici en los cinco años que van de 2007 a 2012 se traduce, según la estimación realizada aquí, en un peso de la movilidad ciclista del 1,4% en el reparto modal de dicho año 2012.

Dado que no se ha repetido la encuesta Movilia tras las realizadas en 2000 y 2006-7, no se cuenta con datos semejantes para estimar el número de desplazamientos y su reparto modal en 2012. En consecuencia, para poder estimar las longitudes recorridas por cada medio de transporte en ese segundo año de referencia, se ha supuesto que la cifra de desplazamientos peatonales se ha mantenido estable en dicho periodo. Se considera que, en la crisis, las pérdidas en algunas modalidades de los desplazamientos peatonales se ven compensadas por los incrementos en otras.

Además de esas cifras correspondientes a la movilidad cotidiana, la encuesta Movilia investigó los desplazamientos de carácter más excepcional realizados a más de 50 km de distancia o con pernoctación fuera del lugar de residencia. Sumados todos esos desplazamientos, se puede estimar que los residentes en España realizaron en 2007, en calles y carreteras, un total de más de 53.100 millones de desplazamientos, de los cuales 29.500 millones se hicieron a pie o en bicicleta.

Tabla 13. Millones de desplazamientos en el viario (2007)

Total	A pie o en bici	Automóvil o moto	Autobús	Otros
53.114,3	29.522,1	20.234,1	2.881,6	476,5

Fuente: Elaboración propia a partir de estimaciones diversas y datos de Movilia 2006/7

³⁹ Según las encuestas incluidas en "La calle: diseño para peatones y ciclistas" A. Mateos y A. Sanz. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (Madrid, 1984) o las encuestas de movilidad de Menorca (OBSAM-IME, 2004), se puede estimar que dos terceras partes de los viajes peatonales tienen una duración inferior o igual a 10 minutos, mientras que el 40% tienen una duración igual o inferior a los 5 minutos, cifras que han sido empleadas para calcular el reparto modal en esta tabla de ámbito nacional.

2.4. Recorridos de las personas en desplazamientos interiores

Para el cálculo de los recorridos realizados por el conjunto de personas en desplazamientos interiores se han utilizado las siguientes fuentes:

Tabla 14. Fuentes del kilometraje realizado por las personas en desplazamientos interiores (personas-km)

Modo	Personas-km
A pie	Estimación propia a partir de encuestas locales de movilidad y Movilia
Bicicleta	Estimación propia a partir de encuestas locales de movilidad origen-destino
Autobús urbano	Estimación propia a partir del Inventario Nacional de Emisiones y de "Los transportes y las infraestructuras" del Ministerio de Fomento. Se han considerado también las cifras de ocupación de los vehículos estimadas a partir de las memorias de diversas compañías operadoras y del Informe Anual del Observatorio de Costes y Financiación del Transporte Urbano Colectivo
Autobús interurbano	Estimación propia a partir del Inventario Nacional de Emisiones y los datos de "Los transportes y las infraestructuras" del Ministerio de Fomento. La ocupación de los vehículos se obtiene del Observatorio del Transporte de Viajeros por Carretera
Metro	Estimación propia a partir de datos de las operadoras
Tranvía	Estimación propia a partir de datos de las operadoras
Ferrocarril	"Los transportes y las infraestructuras". Ministerio de Fomento
Automóvil	Estimación propia a partir del Inventario Nacional de Emisiones y los datos de "Los transportes y las infraestructuras" del Ministerio de Fomento.
Motocicleta y ciclomotor	Estimación propia a partir del Inventario Nacional de Emisiones y de los datos de "Los transportes y las infraestructuras" del Ministerio de Fomento
Avión	Estimación propia a partir de los datos de "Los transportes y las infraestructuras" del Ministerio de Fomento
Marítimo	Los transportes y las infraestructuras. Ministerio de Fomento

De todos los modos de transporte de personas, el de mayor importancia en términos de kilometraje recorrido es el viario, que suma los recorridos realizados en carretera y los recorridos urbanos. Cada uno de esos ámbitos requiere una aproximación diferente.

La estimación del tráfico en las carreteras parte de las estadísticas de tráfico ofrecidas por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, exhaustivas y de una gran precisión. El origen de sus datos son los aforos que registran el tráfico en las secciones más significativas de la red de carreteras. En la actualidad, en la Red de Carreteras del Estado se contabiliza el tráfico que pasa por 3.422 puntos o estaciones de aforo, de las cuales 464 son permanentes, lo que significa que se contabilizan los vehículos que pasan las 24 horas de todos los días del año.

La explotación de esta información proveniente de la red de aforos permite obtener otra variable de importancia en el análisis de la dimensión del transporte, los vehículos-km. Éstos son traducidos a personas-km mediante la aplicación de índices de ocupación específicos para cada uno de los modos viarios en su circulación por carreteras interurbanas (el tratamiento de este aspecto crucial de la ocupación de los vehículos se describe en el siguiente apartado). La aplicación de estos ratios de ocupación de vehículos da lugar a las cifras de personas-km, cuya estimación en el marco del presente estudio presenta resultados muy similares a los publicados por el Ministerio de Fomento en su anuario estadístico o en publicaciones como "Los transportes y las infraestructuras" del mismo organismo.

Estimados los recorridos en el viario interurbano, faltaria calcular los recorridos en el ámbito urbano, los que resultan más difíciles de conocer en el sistema de fuentes de información existentes en la actualidad. Para alcanzar una aproximación a esos recorridos del modo viario en ámbito urbano, se ha utilizado una fuente oficial indirecta como es el Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera. En el marco de dicho Inventario se realiza, precisamente, una estimación de los recorridos según pautas de conducción urbana, interurbana o rural para cada tipología de vehículos, lo que significa esencialmente la aplicación de diferentes velocidades de circulación para cada categoría de vehículo en función del tipo de vía por el que circula. Esa aproximación se deriva del programa COPERT IV, que estima las emisiones de los vehículos en función de la velocidad asignada a cada pauta de conducción.

Según indica la metodología del Inventario Nacional de Emisiones⁴⁰, la asignación de los recorridos totales de las redes estatal, autonómica y de las diputaciones (conocidos a través de los datos del Ministerio de Fomento), a las pautas rural e interurbana, sigue los siguientes criterios:

- i) Los recorridos en la red estatal se realizan en pauta de conducción interurbana,
- ii) En la red autonómica las pautas interurbana y rural se distribuyen al 50%,
- iii) En la red de las diputaciones se asume que la totalidad del recorrido se realiza en pauta rural.

Dicha estimación no despeja, sin embargo, algunas de las objeciones referidas anteriormente para el caso de los desplazamientos interurbanos, por basarse, precisamente, en las propias fuentes del Ministerio de Fomento.

Sin embargo, lo que si permite dicha estimación es poner en relación los desplazamientos urbanos e interurbanos en cada modalidad de vehículo, de manera que, del total de desplazamientos realizados por un tipo de vehículo, se puede conocer el peso relativo de los realizados en cada uno de esos ámbitos. Ese mecanismo ha permitido estimar los recorridos urbanos a partir de los cálculos antes descritos para los desplazamientos interurbanos, manteniendo las proporciones observadas en el Inventario de 2012 para ese año y aplicando las del Inventario del 2011 (edición más próxima al año 2007 de la que se dispone de información completa). Las únicas diferencias atañen a la estimación del grado de ocupación de los vehículos, el cual se explica en un apartado posterior.

Con objeto de ilustrar el proceso de cálculo, en la siguiente tabla se presentan los recorridos realizados por el parque de vehículo en España en 2011 de acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones, empleados como referencia para el cálculo de los recorridos en el año 2007 (análogamente, los del año 2012 se han calculado con la información proveniente del Inventario 2012):

⁴⁰ *Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2012. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP. Página 7.50*

Tabla 15. Recorridos de las diferentes clases de vehículos del modo viario según pautas de conducción (Interurbana, rural y urbana) en miles de km (2011)

CATEGORIA Y CLASE DE VEHÍCULO			NUM. VEH.	TOTAL	I	R	U	
A	GAS NATURAL	AUTOCAR	EEV		25.136			25.136
	GAS NATURAL	AUTOCAR	EURO I - 91/542/EEC S I		18.852			18.852
	GAS NATURAL	AUTOCAR	EURO II - 91/542/EEC S II		31.420			31.420
	GAS NATURAL	AUTOCAR	EURO III - COM(97) 627		50.271			50.271
	GASÓLEO	AUTOCAR	CONVENCIONAL	5.748	12.676	7.352	2.755	2.568
	GASÓLEO	AUTOCAR	EURO I - 91/542/EEC S I	1.412	5.973	3.465	1.298	1.210
	GASÓLEO	AUTOCAR	EURO II - 91/542/EEC S II	7.354	268.342	155.649	58.328	54.365
	GASÓLEO	AUTOCAR	EURO III - COM(97) 627	9.949	1.160.341	673.045	252.216	235.080
	GASÓLEO	AUTOCAR	EURO IV - COM(1998) 776	7.493	1.284.364	744.984	279.174	260.206
	GASÓLEO	AUTOCAR	EURO V - COM(1998) 776	7.482	995.957	577.696	216.485	201.776
	GASÓLEO	URBANO	CONVENCIONAL	3.090	0			
	GASÓLEO	URBANO	EURO I - 91/542/EEC S I	757	0			
	GASÓLEO	URBANO	EURO II - 91/542/EEC S II	3.960	0			
	TOTAL			60.661	4.553.544	2.162.192	810.256	1.581.096
C	GASOLINA	CICLOMOTOR	CONVENCIONAL	0	0			
	GASOLINA	CICLOMOTOR	EURO III	187.306	2.165.511			2.165.511
	GASOLINA	CICLOMOTOR	97/24/EC SI	1.215.540	0			
	GASOLINA	CICLOMOTOR	97/24/EC SII	826.559	0			
TOTAL			2.229.405	2.165.511	0	0	2.165.511	
L	GASÓLEO	LIGERO	CONVENCIONAL	532.601	234.842	115.761	45.935	73.146
	GASÓLEO	LIGERO	EURO I - 93/59/EEC	329.642	446.951	220.315	87.424	139.212
	GASÓLEO	LIGERO	EURO II - 96/69/EC	731.221	1.487.760	733.360	291.008	463.392
	GASÓLEO	LIGERO	EURO III - 98/69/EC S 2000	1.241.745	7.643.846	3.767.875	1.495.147	2.380.824
	GASÓLEO	LIGERO	EURO IV - 98/69/EC S 2005	941.921	9.907.750	4.883.145	1.937.703	3.086.902
	GASÓLEO	LIGERO	EURO V - EC 715/2007	248.230	2.654.668	1.308.563	519.257	826.848
	GASOLINA	LIGERO	CONVENCIONAL	324.683	0			
	GASOLINA	LIGERO	EURO I - 93/59/EEC	68.858	20.765	10.088	4.180	6.497
	GASOLINA	LIGERO	EURO II - 96/69/EC	64.705	22.462	10.912	4.522	7.028
	GASOLINA	LIGERO	EURO III - 98/69/EC S 2000	77.964	116.499	56.596	23.452	36.451
	GASOLINA	LIGERO	EURO IV - 98/69/EC S 2005	39.013	80.360	39.039	16.177	25.144
	GASOLINA	LIGERO	EURO V - EC 715/2007	7.505	11.804	5.734	2.376	3.693
TOTAL			4.608.088	22.627.707	11.151.389	4.427.181	7.049.137	
M	GASOLINA	DOS TIEMPOS	CONVENCIONAL	399.893	106.646	9.494	3.814	93.338
	GASOLINA	DOS TIEMPOS	2002/51/EC SI	150.694	970.169	86.364	34.697	849.109
	GASOLINA	DOS TIEMPOS	2002/51/EC SII	393.999	3.037.602	270.405	108.636	2.658.561
	GASOLINA	DOS TIEMPOS	97/24/EC	53.332	40.332	3.590	1.442	35.299
	GASOLINA	250 - 750	CONVENCIONAL	206.050	118.045	10.508	4.222	103.315
	GASOLINA	250 - 750	2002/51/EC SI	112.318	713.032	63.473	25.501	624.058
	GASOLINA	250 - 750	2002/51/EC SII	273.873	2.147.251	191.146	76.794	1.879.311
	GASOLINA	250 - 750	97/24/EC	46.237	55.592	4.949	1.988	48.655
	GASOLINA	50 - 250	CONVENCIONAL	348.439	77.590	6.907	2.775	67.908
	GASOLINA	50 - 250	2002/51/EC SI	132.889	856.169	76.215	30.620	749.334
	GASOLINA	50 - 250	2002/51/EC SII	341.870	2.633.983	234.475	94.201	2.305.307
	GASOLINA	50 - 250	97/24/EC	47.835	33.884	3.016	1.212	29.656
	GASOLINA	>750	CONVENCIONAL	60.851	103.680	9.229	3.708	90.742
	GASOLINA	>750	2002/51/EC SI	53.309	293.813	26.155	10.508	257.150
GASOLINA	>750	2002/51/EC SII	148.622	1.123.128	99.980	40.167	982.981	
GASOLINA	>750	97/24/EC	23.540	75.245	6.698	2.691	65.855	
TOTAL			2.793.751	12.386.161	1.102.605	442.975	10.840.581	
P	GASÓLEO	14 - 32	CONVENCIONAL	31.866	152.603	114.851	31.200	6.552
	GASÓLEO	14 - 32	EURO I - 91/542/EEC S I	3.983	118.512	89.959	24.438	4.115
	GASÓLEO	14 - 32	EURO II - 91/542/EEC S II	10.867	557.224	406.690	110.479	40.055
	GASÓLEO	14 - 32	EURO III - COM(97) 627	25.197	1.496.419	1.039.709	282.440	174.270
	GASÓLEO	14 - 32	EURO IV - COM(1998) 776	19.853	1.394.860	896.966	243.663	254.231
	GASÓLEO	14 - 32	EURO V - COM(1998) 776	8.974	768.900	533.631	144.962	90.306
	GASÓLEO	>32	CONVENCIONAL	20.230	56.594	42.651	11.586	2.357
	GASÓLEO	>32	EURO I - 91/542/EEC S I	3.328	48.015	37.758	10.257	
	GASÓLEO	>32	EURO II - 91/542/EEC S II	24.148	835.361	650.425	176.690	8.245
	GASÓLEO	>32	EURO III - COM(97) 627	60.544	3.430.960	2.690.445	730.866	9.649
GASÓLEO	>32	EURO IV - COM(1998) 776	58.598	4.937.394	3.861.181	1.048.900	27.313	

	GASÓLEO	>32	EURO V - COM(1998) 776	38.633	3.470.068	2.694.852	732.064	43.152
	GASÓLEO	3,5 - 7,5	CONVENCIONAL	56.388	93.438	65.898	17.901	9.639
	GASÓLEO	3,5 - 7,5	EURO I - 91/542/EEC S I	11.374	339.949	263.530	71.589	4.830
	GASÓLEO	3,5 - 7,5	EURO II - 91/542/EEC S II	37.143	422.023	326.044	88.571	7.408
	GASÓLEO	3,5 - 7,5	EURO III - COM(97) 627	54.790	1.069.190	807.932	219.477	41.781
	GASÓLEO	3,5 - 7,5	EURO IV - COM(1998) 776	36.367	1.345.429	998.771	271.319	75.339
	GASÓLEO	3,5 - 7,5	EURO V - COM(1998) 776	20.757	1.398.471	1.060.486	288.084	49.901
	GASÓLEO	7,5 - 14	CONVENCIONAL	32.810	200.296	150.888	40.989	8.419
	GASÓLEO	7,5 - 14	EURO I - 91/542/EEC S I	6.274	158.563	107.870	29.303	21.390
	GASÓLEO	7,5 - 14	EURO II - 91/542/EEC S II	18.143	485.483	339.641	92.264	53.578
	GASÓLEO	7,5 - 14	EURO III - COM(97) 627	30.473	906.219	600.205	163.047	142.966
	GASÓLEO	7,5 - 14	EURO IV - COM(1998) 776	22.160	739.077	492.306	133.736	113.035
	GASÓLEO	7,5 - 14	EURO V - COM(1998) 776	12.069	423.148	290.301	78.861	53.986
	GASOLINA	PESADO	CONVENCIONAL	1.274	52.529	37.473	10.180	4.877
	TOTAL			646.243	24.900.726	18.600.467	5.052.864	1.247.394
T	GASÓLEO	<=2	CONVENCIONAL	237.864	359.284	193.587	74.490	91.207
	GASÓLEO	<=2	EURO I - 91/441/EEC	446.966	1.881.895	1.022.587	393.481	465.827
	GASÓLEO	<=2	EURO II - 94/12/EC	1.185.464	7.653.700	4.158.881	1.600.292	1.894.527
	GASÓLEO	<=2	EURO III - 98/69/EC S 2000	3.286.740	46.258.396	23.690.663	9.115.911	13.451.822
	GASÓLEO	<=2	EURO IV - 98/69/EC S 2005	3.922.435	98.205.896	48.829.065	18.788.896	30.587.935
	GASÓLEO	<=2	EURO V - EC 715/2007	1.099.695	26.233.997	13.319.355	5.125.144	7.789.499
	GASÓLEO	>2	CONVENCIONAL	92.610	182.757	99.307	38.212	45.238
	GASÓLEO	>2	EURO I - 91/441/EEC	91.313	624.526	339.356	130.581	154.590
	GASÓLEO	>2	EURO II - 94/12/EC	183.826	1.783.655	969.205	372.940	441.510
	GASÓLEO	>2	EURO III - 98/69/EC S 2000	513.975	7.817.454	4.217.571	1.622.876	1.977.007
	GASÓLEO	>2	EURO IV - 98/69/EC S 2005	591.496	16.724.843	8.971.561	3.452.160	4.301.122
	GASÓLEO	>2	EURO V - EC 715/2007	110.867	3.829.966	2.071.197	796.974	961.794
	GASOLINA	HIBRIDO	EURO IV - 98/69/EC S 2005	9.287	183.478	79.815	28.638	75.024
	GASOLINA	HIBRIDO	EURO V - EC 715/2007	11.395	490.899	192.097	67.201	231.601
	GASOLINA	<1,4	ECE 15/04	1.761.847	1.218.205	519.253	199.843	499.108
	GASOLINA	<1,4	EURO I - 91/441/EEC	359.162	999.941	426.219	164.037	409.684
	GASOLINA	<1,4	EURO II - 94/12/EC	430.556	2.465.860	1.051.060	404.517	1.010.283
	GASOLINA	<1,4	EURO III - 98/69/EC S 2000	826.747	8.023.527	3.419.986	1.316.237	3.287.304
	GASOLINA	<1,4	EURO IV - 98/69/EC S 2005	749.336	10.645.320	4.537.511	1.746.334	4.361.474
	GASOLINA	<1,4	EURO V - EC 715/2007	258.203	2.902.594	1.237.215	476.162	1.189.216
	GASOLINA	1,4 - 2	ECE 15/04	964.564	889.735	378.692	145.746	365.298
	GASOLINA	1,4 - 2	EURO I - 91/441/EEC	639.627	2.425.552	1.033.879	397.905	993.769
	GASOLINA	1,4 - 2	EURO II - 94/12/EC	866.934	4.671.360	1.988.047	765.132	1.918.181
	GASOLINA	1,4 - 2	EURO III - 98/69/EC S 2000	1.673.160	12.865.434	5.467.791	2.104.454	5.293.190
	GASOLINA	1,4 - 2	EURO IV - 98/69/EC S 2005	1.072.443	11.825.112	5.038.592	1.941.378	4.845.142
	GASOLINA	1,4 - 2	EURO V - EC 715/2007	208.663	2.094.088	872.419	339.919	881.750
	GASOLINA	>2	ECE 15/04	188.490	192.481	82.044	31.576	78.861
	GASOLINA	>2	EURO I - 91/441/EEC	78.591	644.943	274.903	105.801	264.238
	GASOLINA	>2	EURO II - 94/12/EC	84.944	1.024.958	436.883	168.141	419.934
	GASOLINA	>2	EURO III - 98/69/EC S 2000	160.297	3.582.493	1.527.019	587.698	1.467.777
	GASOLINA	>2	EURO IV - 98/69/EC S 2005	123.415	4.736.074	2.018.173	776.727	1.941.174
	GASOLINA	>2	EURO V - EC 715/2007	20.536	662.626	282.441	108.702	271.483
	GLP	TURISMO	EURO III - 98/69/EC S 2000		104.360			104.360
	GLP	TURISMO	EURO IV - 98/69/EC S 2005		173.933			173.933
	GLP	TURISMO	EURO V - EC 715/2007		69.573			69.573
		TOTAL			22.251.448	284.448.914	138.746.374	53.388.105

A continuación se presenta la síntesis de recorridos en los años estudiados, proveniente de la agrupación por categorías de vehículos de la información antes referida:

Tabla 16. Recorridos de las diferentes categorías de vehículos del modo viario según pautas de conducción (Interurbana, rural y urbana) en miles de km (2011)

CATEGORIA DE VEHÍCULO	TOTAL	I	R	U
Autobuses	4.553.544	2.162.192	810.256	1.581.096
Ciclomotores	2.165.511	0	0	2.165.511
De carga ligeros	22.627.707	11.151.389	4.427.181	7.049.137
Motocicletas	12.386.161	1.102.605	442.975	10.840.581
De carga pesados	24.900.726	18.600.467	5.052.864	1.247.394
Turismos	284.448.914	138.746.374	53.388.105	92.314.435
TOTAL	351.082.563	171.763.027	64.121.381	115.198.154

Tabla 17. Recorridos de las diferentes categorías de vehículos del modo viario según pautas de conducción (Interurbana, rural y urbana) en miles de km (2012)

CATEGORIA DE VEHÍCULO	TOTAL	I	R	U
Autobuses	4.459.641	2.116.263	795.431	1.547.947
Ciclomotores	1.160.959	0	0	1.160.959
De carga ligeros	20.788.791	10.231.432	4.003.635	6.553.724
Motocicletas	12.485.339	1.089.744	426.701	10.968.894
De carga pesados	22.722.025	16.967.645	4.593.892	1.160.488
Turismos	273.286.125	132.692.192	50.764.662	89.829.271
TOTAL	334.902.880	163.097.276	60.584.321	111.221.283

De donde se desprende que, en la estimación realizada por el Inventario, los recorridos urbanos en 2011 y 2012 corresponden a un 48,8% y un 49,7%, respectivamente, de los recorridos registrados en las carreteras de la red estatal, autonómica y provincial.

Tabla 18. Reparto de recorridos entre pauta urbana y pauta interurbana en miles de km (2011 y 2012)

Año	Recorridos interurbanos	Recorridos urbanos
2011	235.884.408	115.198.154
2012	223.681.597	111.221.283

En el transporte aéreo las estadísticas del Ministerio de Fomento y AENA no ofrecen las cifras completas de personas-km para los desplazamientos interiores, restringiéndose la información a los vuelos ofrecidos por las compañías nacionales. Por ese motivo se ha optado por asignar las distancias medias registradas por las compañías nacionales también a los vuelos internos operados por otras compañías. Como referencia se puede mencionar que la distancia media recorrida por cada persona en un vuelo interno al país era de 688 km en 2007 y de 714 km en 2012.

Mención aparte hay que hacer de los datos de los desplazamientos en ascensor, estimados de modo aproximado a través de las siguientes fuentes:

Tabla 19. Fuentes de información sobre ascensores

Fuentes

Número de ascensores en España	Estimación propia a partir de los datos del sector, tanto de la patronal como de los sindicatos, así como del "Informe sobre el funcionamiento del mercado de mantenimiento de ascensores en España" de la Comisión Nacional de la Competencia (Madrid, 2011) y del informe "Instalación y mantenimiento de ascensores en la Comunidad de Euskadi. Análisis jurídico-económico y de competencia" elaborado por el Gobierno Vasco (Vitoria-Gasteiz, 2008). Véase la aproximación a la cifra de ascensores existente en el capítulo dedicado al parque de vehículos en este mismo volumen de metodología.
Número de desplazamientos anuales en ascensor y distancias recorridas	Estimación propia a partir del Censo de Población y Viviendas de 2011 y de la Encuesta Movilia 2006-7 del Ministerio de Fomento.

Los viajes realizados en este medio pueden superar según algunas fuentes los 141 millones diarios. Para llegar a dicha estimación se parte de la cifra de viajes anuales indicada por una investigación realizada en Italia para el proyecto europeo E4 Energy Efficient Elevators & Escalators (www.E4project.eu), que contabiliza 50.000 viajes/año por ascensor residencial, lo que significa una media de 137 viajes/día/ascensor. Si se considera una ocupación de 1,3 personas por viaje y un parque de 750.000 ascensores, se realizarían cada día en el país más de 134 millones de viajes, no muy lejos de los 143 millones diarios de desplazamientos totales que se producen en el país en todos los medios de transporte incluyendo los peatonales.

Otro informe que ofrece cifras con un orden de magnitud semejante es "El sector de la Elevación en España", de la Federación Minerometalúrgica de CC.OO (Cuadernos de la Federación nº 32/2007), en el que se estima que los ascensores transportan cada día a 150 millones de personas en España, lo que representaría una cifra anual por encima de los 51.000 millones de viajes.

Evidentemente, esas cifras encierran un error en el orden de magnitud; un error que procede de la cifra de 50.000 viajes/año por ascensor considerada en el informe europeo como punto de partida. Esa dimensión supondría que casi cualquier desplazamiento realizado en España tendría una etapa en ascensor.

Por consiguiente, como primera aproximación a la importancia de este medio de transporte, se ha optado en las presentes Cuentas por realizar un acercamiento más cauto, combinando los resultados del Censo de Población y Viviendas con las cifras de Movilia de los desplazamientos diarios de la población.

El Censo de Población y Viviendas 2011 permite estimar el número de edificios e inmuebles según número de plantas y el porcentaje de los que tienen ascensores en cada caso. En función del número de plantas se asigna una proporción de los viajes (de subida y bajada) que se realizan en ascensor respecto al total. En los edificios de dos plantas el porcentaje estimado es de tan solo el 10%, mientras que en los de más de 9 plantas es del 90%. Conociendo el tamaño medio de los hogares (2,76 personas por vivienda según el Instituto Nacional de Estadística en 2011), a través de las cifras de viajes por persona de Movilia (3,16 diarios), se puede estimar el número total de desplazamientos en ascensor realizados. La cifra total se incrementa en un 10% para cubrir los viajes en inmuebles no dedicados a vivienda, como oficinas, hoteles y comercios.

A esas cifras hay que añadir, además, el número de viajes realizados en ascensor en las instalaciones del sistema de transporte público (metro, estaciones ferroviarias e intercambiadores).

El total resultante tiene un orden de magnitud muy diferente al señalado más arriba, aproximándose a 15.100 millones de desplazamientos anuales; una cifra, en cualquier caso, nada desdeñable y que sitúa a este medio de transporte como segundo entre los motorizados, solo por detrás del automóvil que cubre 18.000 millones de desplazamientos anuales.

El número de plantas de las edificaciones con ascensor del Censo de 2011 permite calcular también los recorridos en este medio de transporte, estimándose una distancia entre plantas de 3 metros.

2.5. La ocupación de los vehículos

Los índices de ocupación (de personas y de carga) es una de las dos o tres piezas clave sobre la que se edifican las principales magnitudes del transporte, determinando además buena parte la eficiencia del cada modo y medio.

En el caso de los desplazamientos de personas, mientras que la ocupación de los vehículos del transporte colectivo se deriva de los datos habitualmente manejados por los operadores, en el caso de los vehículos de uso individual en el modo viario las cifras son mucho menos inmediatas y requieren la realización de estudios y encuestas específicos. Si se tiene en cuenta que ese modo y esos medios representan precisamente el grueso de la movilidad individual motorizada, se comprende que este parámetro de referencia sea de tanta importancia para cualquier contabilidad en el sector.

Sin embargo, la administración no cuenta con estadísticas periódicamente actualizadas a ese respecto, aunque todo apunta que, por ejemplo, en el caso del automóvil la ocupación se ha reducido en las últimas décadas. El Ministerio de Fomento, en sus publicaciones, emplea unas ocupaciones que no se han actualizado desde hace años y que presentan discrepancias significativas con los resultados de análisis locales o para determinadas vías que realizan otras administraciones⁴¹. Por consiguiente, para el desarrollo de este trabajo resulta fundamental encontrar un método para estimar la evolución de la ocupación de los vehículos privados motorizados.

El método elegido consiste en relacionar la ocupación de los vehículos con la ocupación de los vehículos accidentados, medida a través de la diferenciación de las víctimas entre conductores y pasajeros de dichos vehículos accidentados. Esa ocupación de los vehículos accidentados se denomina aquí como "**ocupación aparente**" y se obtiene del registro policial de accidentes con víctimas que ofrece la Dirección General de Tráfico del Ministerio del Interior.

La hipótesis de partida es que las víctimas del tráfico reflejan la ocupación de los vehículos, es decir, la relación entre conductores y pasajeros víctimas del tráfico es representativa de la relación entre conductores y pasajeros en el tráfico. Esa hipótesis supone que no existe un sesgo en la accidentalidad en función de la ocupación, es decir, que no hay más accidentes entre vehículos ocupados por una persona que entre vehículos ocupados por más personas. Y, supone también, que un pasajero tiene las mismas probabilidades de resultar víctima de un accidente que un conductor.

⁴¹ Un ejemplo de esa información local son los datos de ocupación de vehículos que ofrece el Ayuntamiento de Madrid en el "Primer Informe del Estado de la Movilidad de la Ciudad de Madrid 2006-2008. 1. Indicadores. Bases de conocimiento compartido (23 de febrero de 2009).

Aceptando esas hipótesis, basta conocer la proporción entre las víctimas totales en un medio de transporte y las víctimas entre los conductores de ese medio de transporte para tener la “ocupación aparente” buscada en cada caso.

Ocupación aparente = víctimas/conductores víctimas

Siendo las víctimas la suma de pasajeros víctimas y conductores víctimas

Tabla 20. Ocupación aparente de los vehículos motorizados individuales en desplazamientos interurbanos por carretera

	Índice de ocupación			Fuente
	1992	2007	2012	
Automóviles (conductor y pasajeros)	1,99	1,70	1,69	Estimación propia a través del concepto de “ocupación aparente” y la información suministrada por el Anuario de Accidentes de la Dirección General de Tráfico
Motocicletas (conductor y pasajeros)	1,28	1,13	1,12	
Ciclomotor (conductor y pasajeros)	1,17	1,19	1,15	

Tabla 21. Ocupación aparente de los vehículos motorizados individuales en desplazamientos en el viario urbano

	Índice de ocupación			Fuente
	1992	2007	2012	
Automóviles (conductor y pasajeros)	1,83	1,63	1,65	Estimación propia a través del concepto de “ocupación aparente” y la información suministrada por el Anuario de Accidentes de la Dirección General de Tráfico
Motocicletas (conductor y pasajeros)	1,22	1,11	1,10	
Ciclomotor (conductor y pasajeros)	1,15	1,18	1,13	

Este método presenta varias virtudes y ventajas sobre las encuestas realizadas históricamente por el Ministerio de Fomento, las cuales sirven para estimar la ocupación de los vehículos que luego es empleada en las estadísticas oficiales del propio Ministerio y, derivadamente, de otros organismos públicos y privados nacionales e internacionales.

Entre las ventajas destaca la enorme cantidad de registros que aporta, a modo de muestreo continuo a lo largo del tiempo, de los días, las estaciones y los años, lo que no ocurre con las encuestas ministeriales que se realizan de vez en cuando y con un determinado margen de muestreo. Además, el método permite diferenciar la ocupación en vías urbanas e interurbanas, frente a los datos que recoge el Ministerio únicamente en las carreteras en las que realiza las encuestas.

La serie histórica de la ocupación aparente es, además, coherente con la evolución recogida en las encuestas ministeriales, que muestran un descenso sostenido de la ocupación en las décadas en las se realizaron los estudios correspondientes. La evolución de los últimos años, durante el periodo de crisis 2007-2012, significa también un cambio de tendencia, pues se frena el descenso de la ocupación de los automóviles.

Las cifras de la ocupación aparente presentan también unos valores de magnitud parecida a las de la ocupación registrada oficialmente en países europeos semejantes a España, tal y como indican los datos de la Agencia Europea de Medio Ambiente⁴²:

Tabla 22. Ocupación de los automóviles en países europeos (2007)⁴³

	Personas por vehículo
Suiza	1,50
Holanda	1,36
Dinamarca	1,54
Noruega	1,70
Alemania	1,50
Italia	1,67
Reino Unido	1,56

Para completar la estimación de las ocupaciones de personas del modo viario se han seguido las siguientes fuentes relacionadas con los autobuses:

Tabla 23. Ocupación de los autobuses en viario urbano e interurbano

	Índice de ocupación		Fuente
	2007	2012	
Autobuses interurbanos (personas por vehículo sin contar a la que conduce)	24,92	23,63	Observatorio del Transporte de Viajeros por Carretera
Autobuses urbanos (personas por vehículo sin contar a la que conduce)	13	13	Estimación a partir de los datos de un conjunto de empresas operadoras de autobuses en ciudades de referencia y del Observatorio de la Movilidad Metropolitana

En el ámbito de las mercancías, la cifra fundamental del cálculo de las toneladas-km es la ocupación de los vehículos de carga en el modo viario, es decir, la carga media transportada por los diferentes tipos de vehículos. A ese respecto, las cifras aplicadas son las siguientes:

Tabla 24. Carga media de los vehículos

	Índice de ocupación		Fuente
	2007	2012	
Vehículos pesados	10,62	10,81	Ministerio de Fomento
Furgonetas	0,85	0,85	Estimación propia a partir del análisis de la información sobre vehículos de carga del Ministerio de Fomento para 2012

⁴² <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/term29-occupancy-rates-in-passenger-transport-1>

⁴³ La cifra de Alemania es de 2005 y las de Dinamarca de 2008.

2.6. Desplazamientos internacionales de personas

Una vez que se dispone de las cifras de desplazamientos internos al país, la principal dificultad de la estimación de las magnitudes de los desplazamientos exteriores es la de evitar la duplicación de los registros, habida cuenta de que si se contabilizan en España no deberían computarse en el país receptor o emisor del viajero o la viajera.

En ese sentido, dado que en la contabilidad interna están incorporados los desplazamientos de la población no residente que emplea los diferentes medios de transporte, es coherente excluir de la contabilidad exterior los desplazamientos de la población española en el interior de otros países, tanto en medios terrestres como en aéreos o en transporte marítimo de cabotaje.

Sin embargo, queda un ámbito de desplazamientos no cubierto por las cifras interiores de cada país: los viajes aéreos y marítimos entre países, que podrían denominarse como **viajes internacionales "puros"**. En ambos casos la cuestión clave es cómo asignar a cada economía el número de personas desplazadas y sus recorridos. En el presente trabajo se ha optado por una decisión salomónica: a cada país de origen o destino se le asigna la mitad de los desplazamientos y recorridos. De ese modo, de todas las entradas y salidas internacionales por vía aérea o marítima registradas en España se contabilizan aquí tanto la mitad del número de personas y toneladas transportadas, como la mitad de los recorridos atribuidos a las mismas.

Para el transporte marítimo y para el transporte aéreo el Ministerio de Fomento ofrece el número de desplazamientos internacionales de personas, pero solo hasta 2007 completa esa información con las personas-kilómetro recorridos. Para solventar esa carencia en el caso de la aviación, se ha calculado una recta de regresión con los datos entre el año 2000 y el 2007, que indican que las distancias medias recorridas por persona oscilan entre los 2.200 y los 2.300 km. Con la ecuación de esa recta se extrapolan los datos para llegar a una distancia media hasta el año de referencia 2012. Para el caso del transporte marítimo, la distancia media asignada es de 100 km.

Tabla 25. Fuentes de los viajes internacionales de personas

Concepto	Fuente
Nº de personas	Anuarios de Fomento e informes de los Observatorios del Transporte Internacionales (Portugal y Francia) que se ubican también en el Ministerio de Fomento. Los órdenes de magnitud se han contrastado con las cifras de turistas españoles y extranjeros que cruzan las fronteras a partir de los datos de FRONTUR y FAMILITUR del Instituto de Estudios Turísticos
Personas-km aéreo	Elaboración propia a partir de los datos suministrados por el Anuario del Ministerio de Fomento
Personas-km marítimo	Elaboración propia a partir de los datos suministrados por el Anuario del Ministerio de Fomento

2.7. Bienes y mercancías en desplazamientos interiores

También ocurre, en el caso de las mercancías, que no hay una conexión directa entre las toneladas transportadas y las toneladas-kilómetro recorridas en todos los medios de transporte. Esta falta de enlace es especialmente importante en el caso del transporte de mercancías por carretera, pues las cifras más fiables de recorridos, derivadas de los aforos y pesajes del Ministerio de Fomento, no están enlazadas directamente con las cifras que el propio organismo ofrece de tonelaje transportado, elaboradas a partir de la Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera (EPTMC), que se dirige a los vehículos pesados con una carga útil

superior a 3,5 t y con un peso máximo autorizado superior a 6 t. Por consiguiente, se ha optado por emplear diferentes fuentes para cada variable de referencia.

Tabla 26. Fuentes de datos del tonelaje transportado en el interior

Modo	Nº de toneladas
Carreteras estatales, autonómicas y de las diputaciones	Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera
Viario municipal	Estimación propia
Ferrocarril	Anuario del Ministerio de Fomento
Aéreo	Anuario del Ministerio de Fomento
Marítimo	Anuario del Ministerio de Fomento
Tubería productos energéticos	Anuario del Ministerio de Fomento
Tubería agua	Encuestas sobre saneamiento y consumo de agua y sobre el uso del agua en el sector agrario del Instituto Nacional de Estadística
Electricidad	Red Eléctrica

Para la estimación del tonelaje transportado por las diferentes carreteras estatales, autonómicas y de las diputaciones y cabildos se han empleado las cifras de la EPTMC, admitiendo que no registra, por ejemplo, los tráficó de camiones procedentes de otros países o determinados flujos de ámbito municipal.

En efecto, al contabilizar como tonelaje transportado en el viario únicamente al que transita por las carreteras, se está soslayando el desplazamiento de mercancías en trayectos cortos que no se salen del viario urbano. A ese respecto conviene advertir que no sería correcto añadir a las toneladas registradas en las carreteras las toneladas que hipotéticamente se podrían contabilizar en aforos urbanos independientes, pues la mayoría de las veces se estaría computando dos veces el mismo tonelaje.

Por consiguiente, no existe ninguna referencia publicada que permita estimar los desplazamientos que quedan fuera de la EPTMC en términos de tonelaje aunque, obviamente, debe tener un orden de magnitud muy inferior al registrado en sus cuestionarios. El propio Ministerio de Fomento, en su publicación "Serie Histórica de Tráfico 2000-2012", indica que el tráfico correspondiente a la red de carreteras interurbanas gestionadas por los Ayuntamientos (361.192 km), puede representar el 10% del tráfico total. Si a esa cifra se añade el tonelaje de mercancías que no sale del viario municipal de carácter más urbano, y la cifra de mercancías transportadas en vehículos de otros países, se puede estimar que la cifra de toneladas excluidas podría alcanzar un 20% de las registradas en la EPTMC.

Para la cifra de mayor relevancia en el transporte de mercancías, las toneladas-km, sí existen unas cifras de gran precisión aportadas por el Ministerio de Fomento y publicadas como Serie Histórica de Tráfico 2000-2012. Estas cifras se construyen a partir de los aforos y participación de los vehículos pesados en el tráfico por el conjunto de carreteras estatales, autonómicas y de las diputaciones, así como del tonelaje medio por vehículo estimado a partir de la Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera (10,62 t en 2007 y 10,81 t en 2012). Con esas dos fuentes se obtiene una aproximación a las toneladas-km desplazadas en vehículos de más de 3,5 t de carga útil.

Si a esa cifra se le añaden los recorridos de las furgonetas o vehículos de carga ligeros (de tonelaje inferior a 3,5 t), para las que se ha estimado una carga media de 0,85 t (en línea con las últimas estimaciones realizadas por el Ministerio a través del Estudio de Básculas Dinámicas) se obtiene

una cifra prácticamente idéntica a la total ofrecida en el Anuario del Ministerio de Fomento y referida al conjunto de mercancías transportadas por carretera en t-km.

Para esa magnitud de las toneladas-km se repite la carencia de información urbana. Y, como en el caso del transporte de personas, para solventarla se ha recurrido a los Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera, los cuales estiman los recorridos realizados en el ámbito urbano por los diferentes tipos de vehículos y, en particular, por los de carga, tanto pesados como ligeros. Para completar esas cifras se ha empleado la estimación de carga media de las furgonetas (0,85 t) tal y como se ha indicado para el tráfico en carretera; y, también, la carga media para camiones (10,62 t en 2007 y 10,81 t en 2012), a partir de los datos de la Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera.

Tabla 27. Fuentes de datos de los recorridos de las mercancías interiores (toneladas-km)

Modo	Nº de toneladas-kilómetro
Viario interurbano	Anuario del Ministerio de Fomento, aprovechando también datos de la Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera y estimaciones propia de tonelaje medio cargado (a partir de Estudios de Básculas Dinámicas)
Viario urbano	Estimación propia a partir del Sistema de Inventarios Nacionales de Emisiones, de la Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera y estimaciones propia de tonelaje medio cargado (a partir de Estudios de Básculas Dinámicas)
Ferrocarril	Anuario del Ministerio de Fomento
Aéreo	Anuario del Ministerio de Fomento y estimación propia de las distancias recorridas
Marítimo	El transporte y las infraestructuras 2012. Ministerio de Fomento
Tubería productos energéticos	Anuario del Ministerio de Fomento
Tubería agua	Estimación propia de las distancias recorridas
Electricidad	Estimación propia de las distancias entre generación y consumo eléctrico

Otros modos de transporte, al margen de la carretera, también requieren la incorporación de estimaciones propias en lo que atañe a las distancias recorridas. En el caso del transporte aéreo las distancias de referencia empleadas para las mercancías son las mismas que las obtenidas para el transporte interior de personas.

Para la electricidad, la distancia entre el lugar de generación y el lugar de consumo se ha estimado en 100 km.

Por tubería se transporta un puñado de productos o bienes entre los que destacan el agua (de consumo, de riego, residual), los productos petrolíferos y los gases energéticos. Para la realización de esos desplazamientos se requieren una serie de infraestructuras además de los propios tubos o canalizaciones de transporte: de ese modo: además de tuberías de gas, oleoductos y gaseoductos, se incluyen en el sistema de transporte los depósitos (verdaderos aparcamientos del bien o producto) así como las instalaciones de bombeo, compresión y calentamiento que van asociados a dicho transporte.

Dentro del modo tubería, es el transporte de agua el que está más alejado del marco conceptual y administrativo que teóricamente engloba a esta actividad humana. De hecho, la gestión del ciclo y del transporte del agua se viene realizando desde departamentos distintos de la Administración, de manera que los enfoques y registros estadísticos presentan enormes diferencias. Mientras que el transporte por oleoducto y gaseoducto está plenamente incorporado a los procesos de gestión y anuarios del Ministerio de Fomento, junto a los modos ferroviario, aéreo, viario y marítimo, el transporte de agua forma parte de las competencias del Ministerio de Medio Ambiente.

De hecho, las estadísticas relacionadas con el agua rara vez se presentan desde la perspectiva del transporte, cuando en realidad constituye una parte esencial de la gestión del recurso tal y como se puede comprobar en la siguiente tabla.

Tabla 28. El transporte de agua en las diferentes etapas de su ciclo de vida

Etapas	Infraestructura de transporte	Transporte
Captación	Presas para aguas superficiales, pozos para aguas subterráneas y tomas para aguas marinas	Bombeos
Aducción	Conducciones hasta los puntos de riego (en el uso agrícola) o hasta las estaciones de tratamiento en otros usos	Bombeos
Potabilización	No	No
Distribución	Conducciones en alta presión hasta los depósitos de regulación Conducciones en baja presión hasta el usuario Depósitos del usuario Conducciones del propio usuario internas y conexiones con el alcantarillado	Bombeos
Utilización.	No	No
Recogida	Redes de alcantarillado hasta las estaciones de tratamiento de aguas residuales. Estaciones de bombeo	Bombeos
Depuración	No	Bombeos
Reutilización	No	Bombeos

Para el caso del transporte de agua se han estimado las siguientes distancias de suministro y transporte de agua residual:

Tabla 29. Distancias estimadas en el suministro de agua

Aguas superficiales	Aguas subterráneas	Desalación y otros recursos hídricos	Aguas residuales
50 km	10 km	10 km	10 km

Para incorporar el transporte de agua a la contabilidad integral de la movilidad hace falta realizar algunas hipótesis que resultan extrañas en la analítica convencional del transporte y la hidrología: se trata de estimar, como ocurre con el resto de los modos de transporte, las unidades de transporte que se realizan anualmente en España. Desde esa perspectiva, el agua es el primer bien que se desplaza en el país, tanto en tonelaje como en términos de toneladas-km

Tabla 30. El transporte de agua de consumo en España (2007)

	Toneladas desplazadas	t-km
Uso urbano	3.763	181.248
Uso agrario	17.780	731.931
Total tubería agua de consumo	21.543	913.179

Para tener una idea de la magnitud de estas cifras basta recordar que representan diez veces las toneladas y cerca de tres veces las toneladas-km que se desplazan por carretera. Otra aproximación clara a esa magnitud se deduce de la propia experiencia de los hogares españoles, que reciben diariamente el transporte de más de 150 litros (o kg) por persona y día, muy por encima de la suma del resto de bienes y mercancías que llegan al hogar.

No hay tampoco que olvidar que tras su utilización en viviendas y otros usos no agrícolas, una parte muy elevada del agua requiere ser transportada como residual a las plantas de tratamiento, lo que constituye otra modalidad de desplazamiento que suele ser obviada pero de una importancia significativa.

Tabla 31. El transporte de agua residual en España (2007)

	Toneladas desplazadas	t-km
Aguas residuales	3.010	1.450

Por consiguiente, el transporte del agua y sus infraestructuras han de representar una buena parte del coste monetario y energético para disponer de este recurso. A ese respecto, el trabajo pionero de Antonio Estevan en 2008 para el Centro de Estudios Hidrográficos (CEH-CEDEX) del Ministerio de Fomento desveló que en el agua de uso urbano requería un consumo energético de una significativa magnitud que más tarde se analizará en el capítulo correspondiente⁴⁴.

2.8. Mercancías internacionales

La principal fuente estadística para el transporte de mercancías internacional es el registro de importación y exportación que realiza la Dirección General de Aduanas de la Agencia Tributaria (Ministerio de Hacienda), el cual se refiere a las mercancías que atraviesan nuestras fronteras y superan unos ciertos volúmenes monetarios. Los datos se derivan de los cuestionarios que rellenan los importadores y los exportadores, en donde indican la cantidad de producto, su valor, país de origen o destino y el modo de transporte empleado. Su fiabilidad es adecuada para conocer el orden de magnitud de los grandes intercambios comerciales del país y su evolución en el tiempo, pues dispone de datos homogéneos desde 1995.

La información se reúne en una base de datos publicada en la web de la Agencia Tributaria bajo la denominación DataCOMEX, que dispone de información muy completa sobre el origen y destino de las mercancías. Sin embargo, los recorridos y, por tanto, las distancias que recorren deben ser calculados independientemente. Para ello, en las presentes cuentas se ha preparado una tabla de distancias entre España y el resto de los países importadores-exportadores, diferenciando el medio de transporte empleado en cada caso. La diferencia entre la distancia ortodrómica o directa y la que efectivamente conlleva el desplazamiento en cada medio de transporte es la siguiente:

⁴⁴ "Consumos energéticos en el ciclo del agua urbana". Antonio Estevan (gea21, S.L.). Madrid, enero 2008

Tabla 32. Factores de ponderación distancia real/distancia ortodrómica

Modo	Factor de ponderación
Marítimo	1,4
Ferrocarril	1,4
Carretera	1,3
Aire	1,1
Tráfico postal	1,2
Plataforma fija y desconocido	1,1
Transporte fluvial	1,2
Propulsión propia	1,3

Como en el caso de los viajes internacionales de personas, el tonelaje-km que se deduce de las cifras de importación y exportación se divide por dos en los momentos en que se asignan a la población española.

Los desplazamientos de mercancías que cruzan las fronteras del país se pueden agrupar en función de si son importaciones, exportaciones o tránsitos, aunque también es determinante en su contabilización el modo de transporte en el que se produzcan. Mientras que los modos terrestres (carretera, ferrocarril y tubería) requieren un claro tramo de tránsito entre países no colindantes, en los modos aéreos y marítimo se pueden dar desplazamientos que solo afectan al territorio del país emisor y del país receptor de la mercancía.

A fin de evitar las dobles contabilidades y, al igual que en el caso de los viajes internacionales de personas, las únicas mercancías que se contemplan en este cómputo son las referidas al transporte marítimo y aéreo, lo que se podría denominar como “mercancías internacionales puras”, que representan el 90% de los recorridos internacionales medidos en toneladas-km.

2.9. Asignación de población a los desplazamientos

A la vista del procedimiento de cálculo de las magnitudes del transporte, se comprende que las cifras acopiadas incluyen desplazamientos no realizados o asignables directamente a la población residente en España. Los viajes internos de turistas y los desplazamientos de mercancías y personas de tránsito están incorporados a la contabilidad tal y como ha sido aquí concebida. Al contrario, los desplazamientos de los españoles y de las mercancías españolas en otros países no se registran aquí.

Es, por ello, de gran importancia aclarar a qué población se asignan los desplazamientos y cuáles son las cifras que permiten individualizar la carga de viajes y mercancías que corresponden a cada uno. Con ese fin se detallan a continuación las cifras de referencia empleadas, teniendo en cuenta el concepto de población equivalente para asignar un peso a la estancia de turistas internacionales en España y a la estancia de turistas españoles en el extranjero.

Tabla 33. Población de referencia

Concepto	1992	2007	2012
Población residente	39.131.966	45.283.259	46.727.890
Turistas extranjeros	33.920.000	59.193.000	57.700.713
Estancia media de los turistas extranjeros (días)	10	9,2	9
Población equivalente de turistas	929.315	1.491.988	1.406.949
Turistas españoles en el extranjero	6.461.372	11.275.589	12.185.156
Estancia media de los turistas españoles fuera (días)	10	9,4	9
Población de turistas españoles equivalentes fuera	177.024	290.385	300.456
Población equivalente	39.884.257	46.484.862	47.834.383
Población en la Encuesta Movilia		44.185.900	
Proporción entre población residente y total equivalente	1,02	1,03	1,02

Las fuentes empleadas para los datos básicos de esos cálculos son las siguientes:

Tabla 34. Fuentes de la población de referencia

Concepto	Fuente
Población residente	Instituto Nacional de Estadística. Población a 1 de enero del año siguiente a la referencia
Turistas extranjeros	Encuesta de Movimientos Turísticos en Frontera (FRONTUR). Estimación propia para 1992 a partir de los datos de visitantes de la publicación "25 años de turismo español en cifras".
Estancia media de los turistas extranjeros (días)	Encuesta de Movimientos Turísticos en Frontera (FRONTUR).
Turistas españoles en el extranjero	Movimientos turísticos de los españoles (FAMILITUR)
Estancia media de los turistas españoles fuera (días)	Movimientos turísticos de los españoles (FAMILITUR)

3. ESTIMACIÓN DE LA DIMENSIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS Y EL PARQUE DE VEHÍCULOS

3.1. Las infraestructuras lineales

La dimensión en términos de longitud de las infraestructuras lineales se obtenido de las siguientes fuentes:

Tabla 35. Fuentes para la dimensión de las infraestructuras lineales existentes en España

Modo	Categoría	Fuentes
Viarío	Carreteras del Estado, las CCAA y las Diputaciones y Cabildos	Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento
	Carreteras de otros organismos	Inventario de Vías Municipales del Ministerio de Fomento 1998
	Viarío municipal interurbano	Inventario de Vías Municipales del Ministerio de Fomento 1998
	Viarío municipal urbano	Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales
Ferrovionario	Ferrocarril	Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento
	Metro	Estimación propia a partir de las memorias de los diferentes operadores
	Tranvía	Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento y desagregación de los datos de metro y tranvía de Valencia a partir de la información de Metrovalencia
Tubería	Gaseoducto	Memoria Anual de Enagas 2012
	Oleoducto	Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento
	Grandes conducciones de riego y abastecimiento de agua	Libro Blanco del Agua. Documento de Síntesis. 1998
Electricidad	Tensión 400 kV y superior	Sistema Eléctrico Español 2012. Red Eléctrica de España Informe Eléctrico. Memoria de Actividades y Memoria Estadística de UNESA
	Tensión 220 kV	Sistema Eléctrico Español 2012. Red Eléctrica de España Informe Eléctrico. Memoria de Actividades y Memoria Estadística de UNESA
	Tensión 110 kV-132 kV	Informe Eléctrico. Memoria de Actividades y Memoria Estadística de UNESA

A partir de esas fuentes se obtienen las siguientes cifras de las redes de transporte:

Tabla 36. Evolución de la longitud (km) de la red viaria supramunicipal (1992-2012)

	1992	2007	2012
VIAS DE ALTA CAPACIDAD			
Autopistas de peaje	1.990	2.972	3.025
Autovías	4.496	10.041	11.676
Carreteras de doble calzada	838	1.676	1.634
Subtotal	7.324	14.689	16.335

CARRETERAS CONVENCIONALES (también se denominan "otras carreteras")	150.822	151.322	149.260
RED NACIONAL DE CARRETERAS	158.146	166.011	165.595

Tabla 37. Evolución de la longitud (km) de la red ferroviaria española (1992-2012)

	Ferrocarril convencional Vía única	Líneas de alta velocidad Doble vía	Ferrocarril convencional Doble vía	TOTAL
1992				
Electrificada	4.379	471	2.781	7.632
Sin electrificar	7.296		147	7.443
Total	11.675	471	2.928	15.075
2007				
Electrificada	4.231	1.406	3.462	9.099
Sin electrificar	6.380		75	6.455
Total	10.611	1.406	3.537	15.554
2012				
Electrificada	6.221	2.181	1.252	9.654
Sin electrificar	4.052		2.230	6.282
Total	10.273	2.181	3.482	15.936

Tabla 38. Evolución de la longitud (km) de las redes de ferrocarriles metropolitanos (1992-2012)

	1992	2007	2012
Madrid	112,6	283,3	292,4
Barcelona	71,7	86,6	102,6
Bilbao	0	38,9	43,3
Sevilla	0	0	18,1
Valencia	7	127,4	127,4
Total	191,3	536,2	583,8

Tabla 39. Evolución de la longitud (km) de las redes de tranvías (1992-2012)

	1992	2007	2012
Valencia (1994)	0	19,3	19,3
Alicante (1999)	0	18,1	24,1
Bilbao (2002)	0	4,9	6,3
Barcelona (2004)	0	28,4	29,1
Parla (2006)	0	8,2	8,2
Metro Ligero de Madrid (2007)	0	27,8	27,8
Sevilla (2007)	0	1,3	2,0
Tenerife (2007)	0	12,5	14,8
Murcia (2007)	0	2,2	17,8
Vitoria (2008)	0	0,0	7,1
Zaragoza (2011)	0	0,0	12,8
Vélez Málaga (2006)	0	4,8	4,8
Total	0	127,5	174,1

Entre paréntesis, el año de inauguración de cada servicio tranviario

Tabla 40. Evolución de la longitud (km) de las redes de transporte por tubería de productos energéticos (1992-2012)

	Oleoducto	Gasoducto	Total
--	------------------	------------------	--------------

1992	3.536	3.866	7.402
2007	3.904	7.655	11.569
2012	4.743	9.680	14.423

Según el documento de Red Eléctrica de España titulado “El suministro de la electricidad. Un equilibrio entre generación y consumo” (2009), la red de transporte de electricidad del país tiene más de 34.500 km de líneas de alta tensión, a los que hay que añadir las líneas de distribución de media y baja tensión. La longitud total supera los 600.000 km. La clasificación de dichas redes según dicho documento es la siguiente:

- Las líneas de alta tensión (AT), entre 380.000 y 132.000 V.
- Las líneas de media tensión (MT), entre 132.000 y 1.000 V.
- Y las líneas de baja tensión (BT), que llevan la energía hasta el punto de consumo, a una tensión inferior a los 1.000 V, ya que los equipos domésticos y algunos industriales funcionan con un voltaje de 380 o 220 V.

Tabla 41. Evolución de la longitud (km) de las líneas de alta tensión eléctrica (1992-2012)

	1992	2007	2012
400 kV	13.222	17.172	20.104
220 kV	15.281	16.722	18.429
Total red de transporte	28.503	33.894	38.533
110 kV-132 kV	-	-	23.298

Al margen de esos datos, las cifras que han requerido una mayor elaboración son las referidas al viario municipal urbano, un tejido muy poco conocido en sus cifras globales. En las últimas décadas únicamente se han realizado dos trabajos sobre la longitud y otras características de este tipo de vías, uno en 1974 y otro en 1998. El último, elaborado por la Dirección General de Programación Económica y Presupuestaria del Ministerio de Fomento, refleja con mucha precisión la red municipal, tanto urbana como interurbana, de los municipios de más de 50.000 habitantes, mientras que estima con cierto margen de error las cifras de los municipios de menor tamaño poblacional.

Desde esa fecha no se han actualizado los datos de ámbito nacional, motivo por el cual se ha optado por acopiar nueva información a partir de una encuesta más general realizada a municipios cada cinco años: la Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales (EIEL) elaborada y explotada en 1995, 2000, 2005 y 2010, según una metodología común, por las Diputaciones, Cabildos y Consejos Insulares, Comunidades Autónomas Uniprovinciales y la Generalitat de Cataluña, con la colaboración técnica y económica del Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas.

Dicha encuesta ofrece entre sus datos la longitud del viario municipal, pero tiene la limitación de que no está dirigida a todo el universo de municipios del país, sino únicamente a los menores de 50.000 habitantes, con la excepción de las Comunidades Autónomas del País Vasco, Navarra, Ceuta y Melilla. En el presente trabajo, para la estimación de las cifras globales españolas, se han extrapolado las cifras de los municipios incluidos en la EIEL, que representan algo más del 40% de la población total del país, y ajustado a 2012 como principal año de referencia de este trabajo. De esa manera se han obtenido las siguientes cifras que combinan la explotación de la EIEL para el viario urbano municipal y las cifras del Ministerio de Fomento para el viario interurbano de competencia municipal del que solo un 30% se encuentra pavimentado.

Tabla 42. Longitud (km) del viario municipal en 2012

Urbano	Interurbano o exterior al núcleo urbano	Total
136.919	361.519	498.438

3.2. Las infraestructuras nodales

Para las infraestructuras nodales principales, las fuentes de información son las reflejadas en la siguiente tabla, en la que destaca que no existe una información estatal unificada de los puertos de competencia de las Comunidades Autónomas, y que tampoco se publica una relación motivada de las estaciones de ferrocarril.

Tabla 43. Fuentes para la dimensión de las infraestructuras nodales existentes en España

Modo	Categoría	Fuente
Aéreo	Aeropuertos comerciales	Anuario del Ministerio de Fomento
Marítimo	Puertos del Estado	Puertos del Estado
	Puertos de las Comunidades Autónomas	Autoridades Portuarias de las Comunidades Autónomas
Agua	Embalses	Ministerio de Agricultura, Medio Rural y Medio Ambiente. Estadística de presas. Evolución.
Ferrovioario	Estaciones de ferrocarril	Observatorio del Ferrocarril para las estaciones de Renfe (con referencia al grupo que da servicios de media distancia y cercanías) y memorias de los operadores de las demás compañías ferroviarias

Por último, cabe recordar que la infraestructura de transporte del agua es una infraestructura "silenciosa", pero de una magnitud enorme en España. Los dos grandes elementos de este transporte son los "depósitos" o embalses y las conducciones. El libro Blanco del Agua, redactado en 1998 ya reparaba en esa extraordinaria dimensión de la infraestructura:

- El número de presas actualmente en servicio en España supera el millar, con una capacidad de almacenamiento total próxima a los 54.000 hm³.
- Tan solo en las cuencas intercomunitarias, en 1990 se censaban más de 5.000 km de grandes conducciones (superiores a 500 l/s) para el transporte y distribución de agua para abastecimiento de poblaciones y más de 10.000 km de conducciones principales de riego en explotación.
- El valor actual del patrimonio hidráulico del Estado se estima en unos 4,7 billones de pesetas, de los que corresponden 2 billones a presas, otros 2 billones a conducciones y los 700.000 millones restantes a obras de defensa. Estas cifras proporcionan una idea del esfuerzo presupuestario que debe requerir la correcta conservación y mantenimiento de este importante patrimonio hidráulico.

3.3. El número de vehículos y la motorización

La variedad de vehículos que desplazan personas o mercancías en España se corresponde con una gran diversidad de fuentes y precisión en los datos. La siguiente tabla especifica las fuentes

estadísticas empleadas para determinar el número de vehículos motorizados disponibles en cada modo de transporte.

Tabla 44. Fuentes para la estimación del parque de vehículos motorizados

Modo	Medio	Fuente
Viario	Turismos	Anuario Estadístico de la Dirección General de Tráfico
	Camiones y furgonetas	Anuario Estadístico de la Dirección General de Tráfico
	Motocicletas	Anuario Estadístico de la Dirección General de Tráfico
	Ciclomotores	Anuario Estadístico de la Dirección General de Tráfico
	Autobuses	Anuario Estadístico de la Dirección General de Tráfico
	Tractores industriales	Anuario Estadístico de la Dirección General de Tráfico
	Remolques y semiremolques	Anuario Estadístico de la Dirección General de Tráfico
	Otros vehículos motorizados	Anuario Estadístico de la Dirección General de Tráfico
Ferroviarios	Trenes	Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento
	Metropolitanos	Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento
	Tranvías	Véanse fuentes más abajo
Aviones	Transporte aéreo comercial	Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento
	Otros explotadores	Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento
Barcos	Buques	Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento
	Embarcaciones de recreo	http://www.innovamar.org con datos de ANEN y de los Registros de la Marina Mercante
Transporte vertical	Ascensores	Federación Empresarial Española de Ascensores (FEEDA)

Las cifras de vehículos tranviarios no están incorporadas a las estadísticas al uso y, por tanto, han sido buscadas de modo individualizado en la información suministrada por operadores, consorcios de transporte y otras fuentes del sector.

Tabla 45. Fuentes para la estimación de los vehículos tranviarios

Ciudad	Fuente
Valencia	Dossier Vía Libre Fundación de los Ferrocarriles Españoles
Alicante	http://es.wikipedia.org/wiki/TRAM_Metropolitano_de_Alicante
Bilbao	Los tranvías de Bilbao (Juan José Olaizola)
Barcelona	ATM en cifras. Estimación realizada a partir de la oferta en hora punta
Parla	Consortio de Transportes de Madrid Memoria 2012
Metro Ligero de Madrid	Consortio de Transportes de Madrid Memoria 2012
Sevilla	http://es.wikipedia.org/wiki/Metrocentro_%28Sevilla%29
Tenerife	Dossier Vía Libre Fundación de los Ferrocarriles Españoles
Murcia	Murcia Metropolitano. Monográfico febrero 2010
Vitoria	http://es.wikipedia.org/wiki/Tranv%C3%ADa_de_Vitoria
Zaragoza	Artículo de la revista Tramways septiembre 2013

Bicicletas

Al margen de los vehículos motorizados, existe en España una importante cifra de bicicletas, cuya aproximación puede hacerse mediante dos métodos. El primero se apoya en el Barómetro Anual

de la Bicicleta, que incorpora preguntas relativas a la disponibilidad del vehículo en los hogares, mientras que el segundo analiza el consumo aparente o número de bicicletas vendidas en los últimos años.

Según la última edición del Barómetro Anual de la Bicicleta⁴⁵, la disponibilidad de bicicletas se distribuye según indica la tabla siguiente, en la que se han extrapolado las cifras de la encuesta a los 17,1 millones de hogares existentes en el país⁴⁶.

Tabla 46. Parque de bicicletas deducido del Barómetro Anual de la Bicicleta (2011)

Número de bicicletas	Entre los usuarios de bicicletas	Entre la población total encuestada	Nº de bicis entre usuarios	Nº de bicis total
1	15,1	18,4	1.067.149	3.155.795
2	27,4	21,5	3.872.831	7.374.957
3	26,3	17,9	5.576.029	9.210.120
4	16,7	9,4	4.720.897	6.448.799
5	6,5	3,2	2.296.843	2.744.170
6 y más	4,8	2,9	2.035.357	2.984.285
Total			19.569.106	31.918.126

Como se puede observar, si se considera únicamente las bicicletas a disposición de las personas que las utilizan de algún modo, el parque ascendería a 19,6 millones, mientras que si consideramos todas las bicicletas existentes, con independencia de si se utilizan o no, la cifra total del parque sumaría casi 32 millones.

Estas cifras hablan de un parque que podría considerarse en buena parte dormido, es decir, un parque que aún existiendo no está disponible para su uso de modo inmediato, requiriendo para ello su puesta a punto. Por ese motivo, se debe contemplar otro método que permita desvelar mejor el parque "vivo" de bicicletas, es decir, el que está en disposición de uso en el momento actual.

Para ello se desarrolla un segundo método de estimación consistente en sumar las ventas de bicicletas realizadas en España en los últimos diez años, bajo la hipótesis de que la disponibilidad real de este vehículo se concentra en las compradas en ese periodo. El problema de esta metodología es la debilidad de las fuentes estadísticas del comercio de bicicletas en el país.

Para tener un orden de magnitud de dicha cifra de ventas el método elegido es atender al consumo aparente, es decir, a la comparación de la suma de las bicicletas producidas en España y las importadas con las exportadas.

Tabla 47. Evolución de la importación, exportación, producción y ventas de bicicletas en España (2003-2008)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Importaciones	789.235	1.224.954	1.573.820	1.204.593	1.765.356	1.999.987
Exportaciones	535.161	534.193	591.851	534.673	250.185	528.490

⁴⁵ Barómetro Anual de la Bicicleta 2011. Fundación Eca Bureau-Veritas. Dirección General de Tráfico.

⁴⁶ Se ha empleado una cifra de 17.151.062 hogares tal y como estima Julio Rodríguez y otros en la publicación "Hogares en España. Proyecciones 2001-2012".

http://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/0BDC61D0-2671-490E-919F-EF9E5F80EA56/99221/EMVE_P01_12.pdf

Producción	432.010	429.916	407.994	377.819	312.432	380.082
Ventas (estimación)	686.084	1.120.677	1.389.963	1.047.739	1.827.603	1.851.579

Fuentes: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Boletín Económico del ICE.

Para los últimos años de la serie la estimación de ventas se realiza a través de la información suministrada por el sector. Dada la discrepancia entre las cifras del 2012 de la organización europea Colibi y la española AMBE, se ha optado por extrapolar ese diferencial al resto de los años considerados:

Tabla 48. Estimación de las ventas de bicicletas en España (2009-2012)

	2009	2010	2011	2012
Producción	333.472	398.017	403.526	373.354
Ventas (estimación Colibi)	900.000	800.000	780.000	780.000
Ventas (estimación AMBE)	-	-	-	1.118.647
Extrapolación propia	1.290.747	1.147.330	1.118.647	1.118.647

Fuentes: Instituto Nacional de Estadística, Informe anual de COLIBI-COLIPED "European Bicycle Industry & Market Profile" y "Cifras del sector ciclismo 2013" de la Asociación de Marcas y Bicicletas de España (AMBE)

Por consiguiente, se puede estimar que en el periodo 2003-2012 se han vendido en España un total de 12,6 millones de bicicletas, cifra que puede ser considerada adecuada para representar el parque "vivo" de ese vehículo en 2012.

Ascensores

Son las Comunidades Autónomas las administraciones competentes de su control y vigilancia, así como de la gestión de los Registros de Aparatos Elevadores y, por consiguiente, son algunas de ellas las que ofrecen datos de mayor precisión⁴⁷. Sin embargo, no existe una cifra oficial global del número de ascensores y otros sistemas de transporte vertical existentes y en funcionamiento en el conjunto de España.

Sin embargo, la patronal del sector, la Federación Empresarial Española de Ascensores (FEEDA), realiza estimaciones a partir del Registros de Aparatos Elevadores de las distintas Comunidades Autónomas. Según dicha fuente y las referencias a la misma realizadas por la Comisión Nacional de la Competencia⁴⁸, la evolución del parque de ascensores en España fue la siguiente:

⁴⁷ En la Comunidad Autónoma del País Vasco había en 2008 un parque de ascensores de 44.708 unidades, de los cuales 37.972 (85%) se situaban en edificios de viviendas, según el informe "Instalación y mantenimiento de ascensores en la Comunidad Autónoma de Euskadi. Análisis jurídico-económico y de competencia". Servicio Vasco de Defensa de la Competencia. Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz, 2008. Por su parte, el "Manual de eficiencia energética en aparatos elevadores", publicado en 2012 por el Ente Regional de la Energía (EREN) de la Junta de Castilla y León da cifras para dicha comunidad autónoma de 51.372 ascensores, de los cuales 32.878 (64%) estaban instalados en edificios de uso residencial.

⁴⁸ La Comisión Nacional de la Competencia maneja cifras para 2009 de 947.311 ascensores en funcionamiento en España, citando datos de FEEDA (Federación Empresarial Española de Ascensores) obtenidos a partir de los registros de aparatos elevadores (RAE), lo que incluiría no solo los instalados en edificios residenciales, sino también los de oficinas, hoteles y otras edificaciones: "Informe sobre el funcionamiento del mercado de mantenimiento de ascensores en España" (Comisión Nacional de la Competencia. 2011).

Tabla 49. Parque de ascensores en España (2007-2012)

2007	2008	2009	2010	2011	2012
863.671	907.009	947.311	974.436	1.005.033	1.014.953

Estas cifras encajan bastante bien con las del Censo de 2011 de Población y Viviendas, según el cual en España había un total de 9.804.090 edificios que contenían alguna vivienda, de los cuales un 6,3% (617.657) tenían ascensor⁴⁹. La cifra total de ascensores, contando con los existentes en otro tipo de edificaciones y las duplicidades, podría ascender, por tanto, a las indicadas en la tabla. Esos números sitúan a España, junto a Italia, en cabeza en Europa y en el mundo en cuanto a ascensores per cápita, en correspondencia con su modelo de vivienda.

3.4. La vida útil de los vehículos y los recorridos que realizan en ese periodo

Un elemento fundamental para estimar el consumo energético y otros parámetros del parque de vehículos es el periodo de su vida útil, o esperanza de vida útil, es decir el tiempo durante el cual cumple sus funciones de desplazamiento.

El concepto de vida útil no es aplicable de la misma forma en todos los vehículos y modo de transporte. Por ejemplo, en algunos vehículos como los de aviación se pueden producir procesos intensivos de renovación, incluso de los motores, lo que supone un alargamiento de su vida útil que no se contempla en vehículos como el automóvil o la motocicleta.

Las diferencias son también muy considerables en relación a la propia intensidad de uso de los vehículos, pues por ejemplo el automóvil de uso privado suele estar parado la mayor parte (95%) de su vida útil, recorriendo medias del entorno de 200.000 km a lo largo de ese periodo, mientras que los autobuses multiplican por cinco esas cifras de kilometraje y los aviones vuelan varios millones de kilómetros antes de su desguace.

Para los cálculos que a continuación se explican se ha considerado la siguiente vida útil de los vehículos analizados:

Tabla 50. Vida útil de los vehículos

Tipo de vehículo	Vida útil	Fuente
Turismos	13 años	Edad media de los vehículos dados de baja en el registro de la DGT
Motocicletas	12 años	Edad media de los vehículos dados de baja en el registro de la DGT
Ciclomotores	10 años	Edad media de los vehículos dados de baja en el registro de la DGT
Autobuses	10 años	Observatorios de costes del transporte de viajeros en autocar
Furgonetas	8 años	Observatorio de costes del transporte de mercancías por carretera
Camiones	10 años	Observatorio de costes del transporte de mercancías por carretera
Bicicletas	10 años	Estimación propia
Trenes	30 años	Estimación propia tras la consulta de la "Environmental Product Declaration (EPD)" ⁵⁰ de diversos trenes, así como varios análisis de ciclos de vida de estos vehículos
Barcos	25 años	Estimación propia tras la consulta de varios análisis de ciclo de vida de embarcaciones
Aviones	25 años	Society of British Aerospace Companies en su publicación "End of

⁴⁹ www.ine.es.

⁵⁰ Una EPD es una declaración ambiental certificada, basada en el análisis de ciclo de vida (ACV), elaborada en conformidad con la norma internacional ISO 14025 (Declaraciones Ambientales Tipo III).

Para realizar estimaciones en las diversas esferas de valor se requiere conocer cuántos kilómetros realizan los vehículos anualmente y a lo largo de su vida útil. Para ello se comparan los recorridos anuales calculados al investigar las magnitudes del transporte con el parque de vehículos existente. Las estimaciones para algunos de los medios de transporte del modo viario arrojan las siguientes cifras en el supuesto de que los desplazamientos a lo largo de toda la vida útil tengan un comportamiento como el de 2007. Se considera más adecuado utilizar este año como referencia para reflejar el comportamiento a lo largo del ciclo de vida, puesto que las cifras de 2012 se han visto muy afectadas por la coyuntura económica del periodo de crisis actual, modificando significativamente las pautas de movilidad, utilización y renovación de vehículos, etc.

Tabla 51. Recorridos anuales y a lo largo de la vida útil (km)

Tipo de vehículo	Recorrido medio 2007	Recorrido a lo largo de su vida útil
Turismos	13.423	174.501
Motocicletas	6.813	68.132
Ciclomotores	1.133	11.328
Autobuses	59.590	595.904
Bicicletas	156	1.560
Furgonetas	14.870	118.960
Camiones	12.461	124.614

3.5. Periodo de amortización de las infraestructuras

En la fase de construcción de infraestructuras, uno de los debates fundamentales de tipo teórico para afrontar el cálculo del consumo energético es el número de años que se considera que ésta mantiene su utilidad. Obviamente se trata de una cifra relativamente arbitraria, pero determinante de la asignación de consumos energéticos y de materiales de la fase de construcción de infraestructuras a cada desplazamiento. Aumentando el periodo de amortización de la infraestructura se reparte entre más desplazamientos los costes de su construcción.

Una complicación adicional para establecer el periodo de amortización son las diferencias en el periodo de vida útil de distintos elementos que forman parte de una infraestructura. El ejemplo más evidente son las diferencias entre la amortización de la plataforma ferroviaria y la amortización de las vías o las instalaciones eléctricas y de señalización en una misma línea. Una revisión de las fuentes bibliográficas indica la complejidad de alcanzar una cifra aceptada universalmente:

Tabla 52 Periodos de amortización de la infraestructura ferroviaria

Periodo de amortización (años)	Fuente
Balasto: 25 Carril: 30 Sistemas energéticos y de telecomunicación: 50 Infraestructura: 100	T. Baron (SYSTRA), M. Tuchschnid, G. Martinetti and D. Pépion (2011), High Speed Rail and Sustainability. Background Report: Methodology and results of carbon footprint analysis, International Union of Railways (UIC), Paris, 2011.
Movimiento de tierras y estructuras: 100	Memoria Económica de ADIF 2010

Drenajes: 25 Cerramientos: 50 Superestructura de vía: 30-60 Instalaciones eléctricas: 20-60 Instalaciones de seguridad y telecomunicaciones: 25 Edificios: 50	
30-40	DE RUS, G. y NASH, C. (2009): ¿En qué circunstancias está justificado invertir en líneas de alta velocidad ferroviaria? Fundación BBVA. Bilbao.
60	Environmental Product Declaration for the railway infrastructure on the Bothnia Line Reg. no. S-P-00196 UN CPC 53212. 2010
Carril: 30 Plataforma: 15-30 Plataforma sin balasto: 60 Túneles: 100 Viaductos y puentes: 50	Comparing the Environmental Impact of Conventional and High-Speed Rail. Network Rail
Plataforma y su equipamiento: 50 Preparación del terreno: 25-50 Obra civil: 100	Carbon Footprint of High-Speed railway infrastructure (Pre-Study). Methodology and application of High Speed railway operation of European Railways The International Union of Railways (UIC) Zürich, 2009.
Balasto: 25 Hormigón: 50 Vías: 25 Instalaciones eléctricas: 20-35	Environmental Life-cycle Assessment of Passenger Transportation: A Detailed Methodology for Energy, Greenhouse Gas and Criteria Pollutant Inventories of Automobiles, Buses, Light Rail, Heavy Rail and Air v.2 Chester, Mikhail, Horvath, Arpad, UC Berkeley Center for Future Urban. Transport: A Volvo Center of Excellence. UC Berkeley. 2008
50	"Hacia infraestructuras de transporte bajas en carbono". Boletín FAL. Edición nº 276. Número 8 de 2009. CEPAL.

En el caso de las carreteras el rango de años considerados como periodo de amortización es mucho más limitado:

Tabla 53 Periodos de amortización de las carreteras y aparcamientos

Periodo de amortización (años)	Fuente
40	Life Cycle Assessment of Road. A Pilot Study for Inventory Analysis Second Revised Edition. Håkan Stripplé. 2001. Gotemburgo, Suecia
40	Indirect energy associated with Swedish road transport Daniel K. Jonsson. KTH - Royal Institute of Technology. Estocolmo, Suecia. EJTIR, 7, no. 3 (2007), pp. 183-200
50	"Análisis de las emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo del ciclo de vida de las carreteras". Tesis doctoral de Álvaro Berzosa. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Biológicas. Departamento de Ecología.
Base de la plataforma: 70	Air versus terrestrial transport modalities: An energy and environmental comparison. M. Federici, S. Ulgiati, R. Basosi. Elsevier. Energy 34 (2009) 1493-1503
50	"Hacia infraestructuras de transporte bajas en carbono". Boletín FAL.

	Edición n° 276. Número 8 de 2009. CEPAL.
Aparcamientos en superficie: 10-15 Garajes: 30	Environmental Life-cycle Assessment of Passenger Transportation: A Detailed Methodology for Energy, Greenhouse Gas and Criteria Pollutant Inventories of Automobiles, Buses, Light Rail, Heavy Rail and Air v.2 Chester, Mikhail, Horvath, Arpad, UC Berkeley Center for Future Urban. Transport: A Volvo Center of Excellence. UC Berkeley. 2008.

En el caso de los aeropuertos las fuentes consultadas indican el mismo periodo de amortización:

Tabla 54 Periodos de amortización de los aeropuertos

Periodo de amortización (años)	Fuente
50	Environmental Life-cycle Assessment of Passenger Transportation: A Detailed Methodology for Energy, Greenhouse Gas and Criteria Pollutant Inventories of Automobiles, Buses, Light Rail, Heavy Rail and Air v.2 Chester, Mikhail, Horvath, Arpad. UC Berkeley Center for Future Urban. Transport: A Volvo Center of Excellence. 2008.
50	Air versus terrestrial transport modalities: An energy and environmental comparison. M. Federici, S. Ulgiati, R. Basosi. Elsevier. Energy 34 (2009) 1493–1503

A la vista de las referencias anteriores y de cara al presente trabajo el periodo de amortización empleado aquí es de 50 años para todas las infraestructuras consideradas.

4. LA ENERGÍA PARA LA FABRICACIÓN Y PUESTA EN USO DE LOS VEHÍCULOS

Aunque con particularidades en cada caso, la estimación del consumo energético asociado a la fabricación y puesta en uso de los diferentes tipos de vehículos presentes en el sistema de transportes español sigue un planteamiento metodológico común, en el que se pueden distinguir tres fases:

1. Contenido energético de los materiales: consumo energético que se precisa para la producción de los materiales que componen los vehículos, desde su extracción como materia prima hasta su procesamiento en plantas industriales.
2. Consumos de energía en los procesos de producción: incluye los procesos de fabricación de piezas y montaje de componentes, así como su posterior ensamblaje. No se incluye el consumo energético asociado a la fabricación de la maquinaria empleada o la construcción de las propias plantas de producción.
3. Consumos de energía en la distribución y venta: se refiere a la energía necesaria para el transporte de los vehículos a sus puntos de venta, así como la energía requerida para el funcionamiento de los puntos de venta de los mismos.

Se ha considerado que los costes energéticos en los que se incurre en la fabricación de los vehículos que se incorporan al sistema repercuten sobre el mismo a lo largo de toda la vida útil de los vehículos, distribuyéndose de forma homogénea a lo largo de todo este periodo, en lo que a los efectos del presente trabajo se ha denominado “**amortización del consumo energético de fabricación de vehículos nuevos**”. La principal implicación metodológica de este supuesto es que, en lugar de considerar exclusivamente el parque de vehículos incorporado al sistema en los años a estudio (2007 y 2012), la consideración se amplía a todos los vehículos matriculados o puestos en servicio en un periodo de tiempo de duración idéntica al periodo de vida útil de los vehículos, inmediatamente anterior a dichas fechas.

Ilustración 1. Ejemplo de amortización del consumo energético de fabricación de turismos

	AMORTIZACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN DE VEHÍCULOS NUEVOS																											
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024		
Turismos matriculados en 2000																												
Turismos matriculados en 2001																												
Turismos matriculados en 2002																												
Turismos matriculados en 2003																												
Turismos matriculados en 2004																												
Turismos matriculados en 2005																												
Turismos matriculados en 2006																												
Turismos matriculados en 2007																												
Turismos matriculados en 2008																												
Turismos matriculados en 2009																												
Turismos matriculados en 2010																												
Turismos matriculados en 2011																												
Turismos matriculados en 2012																												

CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN DE VEHÍCULOS NUEVOS AMORTIZADO EN 2012

A continuación se detallan los cálculos para cada tipo de vehículo.

4.1. Turismos

Contenido energético de los materiales

El punto de partida de este cálculo es la determinación del número de matriculaciones de turismos en el periodo de 13 años inmediatamente anterior a los dos años de referencia (2007 y 2012). Para ello se acude a las estadísticas sobre matriculación de vehículos de la DGT.

En relación con los turismos (incluidos todoterrenos), la Dirección General de Tráfico ofrece información sobre el número de matriculaciones, alternativamente, por marca y cilindrada o por marca y provincia. En el presente cálculo se utiliza la clasificación por cilindradas por ser indicativa de las diferentes tipologías de turismos y ser de uso habitual en el análisis de consumos y emisiones contaminantes.

Tabla 55. Matriculación de turismos en España (1995-2012)

	Nº de turismos matriculados (1995-2012)			
	< 1.199 cc	< 1.199 cc	< 1.199 cc	< 1.199 cc
1995	142.374	293.581	365.160	69.382
1996	135.083	338.117	407.918	87.245
1997	133.380	373.520	476.498	107.792
1998	119.498	417.808	620.925	124.739
1999	129.304	460.962	794.789	117.476
2000	100.749	443.158	802.257	120.996
2001	112.754	458.712	783.676	143.707
2002	106.812	438.603	720.031	142.980
2003	103.147	496.991	731.400	160.989
2004	92.878	602.558	783.074	175.288
2005	76.868	694.186	729.605	176.048
2006	81.869	716.408	674.411	187.939
2007	68.271	703.145	681.590	180.800
2008	52.877	537.244	480.560	114.757
2009	52.149	484.931	356.566	77.531
2010	59.089	559.264	306.124	75.533
2011	55.093	471.532	234.672	56.391
2012	74.455	401.024	190.930	44.229
TOTAL	1.696.650	8.891.744	10.140.186	2.163.822

A continuación se determina el peso promedio de cada una de las categorías de turismos contempladas. Para ello se han seguido dos métodos:

- I. Base de datos sobre emisiones de turismos de la Agencia Europea de Medio Ambiente

En el marco de sus trabajos de seguimiento de la regulación sobre emisiones de CO₂ de los fabricantes de vehículos nuevos⁵¹, la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA) elabora un informe anual⁵² a partir de información remitida directamente por fabricantes de vehículos y

⁵¹ Regulation (EC) No 443/2009 (CO2 from cars)

⁵² Monitoring CO2 emissions from new passenger cars in the EU

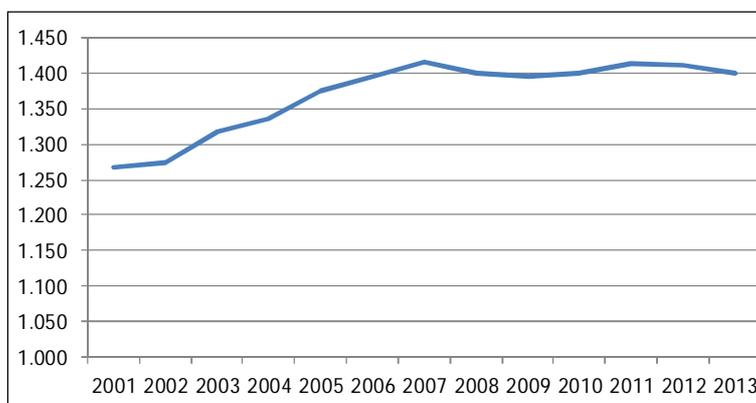
Estados Miembros en el que se analiza, entre otras cuestiones, la evolución del peso de la flota de turismos matriculados cada año en cada país.

Gracias a dicha publicación, sabemos que el peso⁵³ de los vehículos matriculados en España ha seguido la siguiente evolución:

Tabla 56. Evolución de peso del turismo promedio matriculado en España

	Peso (kg)	Tasa de crecimiento (%)
2001	1.266	-
2002	1.275	0,71%
2003	1.317	3,29%
2004	1.335	1,37%
2005	1.374	2,92%
2006	1.395	1,53%
2007	1.416	1,51%
2008	1.400	-1,13%
2009	1.394	-0,43%
2010	1.399	0,36%
2011	1.413	1,00%
2012	1.410	-0,21%
2013	1.400	-0,71%

Ilustración 2. Evolución del peso promedio del turismo de nueva matriculación en España



Se distinguen dos periodos: (i) hasta 2007, con un crecimiento sostenido del 1,88% anual (ii) entre 2007 y 2013, en que se produce una estabilización del peso de los turismos. No se dispone de datos anteriores a 2001, por lo que se supone que, con anterioridad a dicho año, la evolución es idéntica a la observada para el periodo 2001-2007 (crecimiento del 1,88% anual).

La EEA hace públicas las bases de datos de las que se nutre dicho trabajo⁵⁴, lo que ha permitido realizar una explotación particularizada para el caso de los turismos matriculados en España,

⁵³ Peso en orden de marcha, incluyendo el peso correspondiente a una persona (75 kg), el 90% del depósito de combustible, líquidos de refrigeración, etc.

⁵⁴ Descargables en <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/co2-cars-emission-6>

de los que se conoce, gracias a esta base de datos, su clasificación por combustible empleado y cilindrada. Además, permite conocer el denominado “peso en orden de marcha” en cada caso, es decir, la suma del peso del vehículo, el conductor y el combustible.

La siguiente tabla ofrece la información sobre el peso de los turismos matriculados en España clasificados por tipo de combustible y cubicaje. A los efectos de este trabajo, se ha sustraído de las cifras aportadas por la EEA el peso correspondiente al conductor (75 kg) y el correspondiente al 90% de combustible en el depósito (se ha supuesto una capacidad media del depósito de 50 litros):

Tabla 57. Evolución del peso (kg) del turismo promedio matriculado en España por cilindrada

	Peso de los turismos matriculados (1995-2012)			
	< 1.199 cc	1.200-1.599 cc	1.600-1.999 cc	>2.000 cc
1995	793	945	1.163	1.387
1996	810	965	1.187	1.415
1997	827	985	1.212	1.444
1998	845	1.006	1.237	1.473
1999	863	1.027	1.262	1.503
2000	882	1.048	1.288	1.533
2001	900	1.070	1.315	1.565
2002	908	1.079	1.325	1.576
2003	941	1.118	1.372	1.632
2004	956	1.135	1.393	1.656
2005	987	1.171	1.437	1.708
2006	1.004	1.191	1.461	1.736
2007	1.021	1.211	1.484	1.764
2008	1.008	1.196	1.466	1.742
2009	1.003	1.190	1.459	1.734
2010	1.007	1.195	1.465	1.741
2011	1.018	1.208	1.481	1.760
2012	1.016	1.205	1.477	1.756

II. Aproximación al peso de los turismos a partir de los modelos más vendidos

Para realizar esta aproximación se ha seguido el siguiente proceso:

- a) Se ha consultado cuál ha sido el modelo más vendido para cada segmento en que se clasifican los turismos (de acuerdo a los datos del ICA⁵⁵)
- b) Se ha determinado el peso promedio de cada uno de estos modelos, en cada una de sus motorizaciones (atendiendo exclusivamente a su cilindrada)
- c) A partir del análisis anterior, se ha calculado el peso promedio correspondiente a cada una de las categorías de cilindrada a estudio

⁵⁵ ICA Motor Ediciones. “Anuario de la Industria y Comercio de Automoción”. 2007 y 2012.

Las siguientes tablas sintetizan los resultados de este proceso:

Tabla 58. Aproximación al peso promedio de cada categoría de turismo (2007)

Segmento	Marca	Modelo	Peso (kg)				
			< 1.199 cc	1.200-1.399 cc	1.400-1.599 cc	1.600-1.999 cc	>2.000 cc
Utilitarios	Kia	Picanto	898				
Polivalentes	Ford	Focus			1.298	1.384	
Berlinas	Mercedes	Clase C				1.495	1.579
Gran lujo	Mercedes	Clase S					2.040
Familiar	Volkswagen	Passat		1.444	1.414	1.492	1.682
Monovolúmenes medios	Renault	Megane		1.267	1.287	1.375	
Monovolúmenes	Ford	S-Max				1.720	1.742
Deportivos	Mercedes	Clase C				1.495	1.578
Deportivo alto	Mercedes	Clase CLK				1.605	1.720
SUV	Nissan	Qashqai			1.405	1.536	
PROMEDIO			898	1.355	1.351	1.513	1.723

Tabla 59. Aproximación al peso promedio de cada categoría de turismo (2012)

Segmento	Marca	Modelo	Peso (kg)				
			< 1.199 cc	1.200-1.399 cc	1.400-1.599 cc	1.600-1.999 cc	>2.000 cc
Compacto	Renault	Megane	1.280		1.308	1.451	
Superutilitario	Fiat	500	1.335	1.368	1.440		
Utilitario/Polivalente	Seat	Ibiza	1.132	1.257	1.191	1.245	
Berlinas	BMW	Serie 5				1.725	1.870
Gran lujo	BMW	Serie 7					2.034
Familiar	Opel	Insignia		1.644		1.795	1.947
Monovolumen polivalente	Citroën	C3	1.049	1.185	1.236		
Monovolumen compacto	Citroën	C4		1.275	1.351	1.395	
Monovolumen familiar	Chevrolet	Orlando				1.614	
Deportivo bajo	Wolkswagen	Scirocco		1.342		1.396	
Deportivo alto	Mercedes	Clase E				1.673	1.787
Todoterreno pequeño	Nissan	Juke			1.307	1.431	
Todoterreno compacto	Nissan	Qashqai			1.519	1.476	
Todoterrenos familiar	Chevrolet	Captiva					1.898
Todoterreno superior	Mercedes	Clase M					2.212
PROMEDIO			1.199	1.345	1.336	1.520	1.958

Si se tienen en cuenta las cifras indicadas más arriba sobre el número de vehículos de cada cilindrada matriculados en los años correspondientes, es posible determinar el peso del turismo medio incorporado a la flota de vehículos española en 2007 y 2012:

Tabla 60. Aproximación al peso (kg) de los turismos promedio matriculados en España en 2007

	Hasta 1.199 cc	De 1.200 cc a 1.399 cc	De 1.400 cc a 1.599 cc	De 1.600 cc a 1.999 cc	Más de 2.000 cc	TODAS LAS CILINDRADAS
Nº MATRICULADOS	68.271	282.256	420.889	681.590	180.800	1.633.806
PESO PROMEDIO	898	1.355	1.351	1.513	1.723	1.441

Tabla 61. Aproximación al peso (kg) de los turismos promedio matriculados en España en 2012

	Hasta 1.199 cc	De 1.200 cc a 1.399 cc	De 1.400 cc a 1.599 cc	De 1.600 cc a 1.999 cc	Más de 2.000 cc	TODAS LAS CILINDRADAS
Nº MATRICULADOS	74.455	126.689	274.335	190.930	44.229	710.638
PESO PROMEDIO	1.199	1.345	1.336	1.520	1.958	1.411

Conocido el peso del turismo tipo en cada una de las categorías mediante esta aproximación, se podría calcular el correspondiente a los años cuyo análisis interesa ser considerado (aquellos en los que la vida útil se prolonga hasta alcanzar los dos años a estudio) aplicando a estas cifras la evolución observada en la base de datos de la EEA, anteriormente referida.

La comparación entre los dos métodos de estimación señalados más arriba es la siguiente:

Tabla 62. Comparación de pesos (kg) promedio de los turismos matriculados según los dos métodos empleados (2007 y 2012)

	2007	2012
Peso promedio método EEA	1.416	1.410
Peso promedio método "modelo más vendido"	1.441	1.411

Como se puede comprobar las diferencias entre los dos métodos son muy reducidas. No obstante, se considera más adecuado continuar los cálculos con los resultados provenientes de la EEA, por su carácter oficial.

Una vez conocido el peso unitario de los turismos matriculados en España, se estima el peso total de los turismos matriculados dentro de cada categoría, así como la proporción "amortizable" en los años de estudio, es decir, la parte del parque que se amortiza en cada año teniendo en cuenta la vida útil de los vehículos señalada más arriba.

Tabla 63. Peso (kg) de la flota de turismos matriculada en el periodo 1995-2007

2007	Hasta 1.199 cc	De 1.200 cc a 1.599 cc	De 1.600 cc a 1.999 cc	Más de 2.000 cc	Todas las cilindradas
PESO TOTAL	1.150.300.163	6.508.706.957	10.537.124.977	2.649.316.557	20.845.448.653
"AMORIZACIÓN" 2007	95.858.347	542.392.246	878.093.748	220.776.380	1.737.120.721

Tabla 64. Peso (kg) de la flota de turismos matriculada en el periodo 2000-2012

2012	Hasta 1.199 cc	De 1.200 cc a 1.599 cc	De 1.600 cc a 1.999 cc	Más de 2.000 cc	Todas las cilindradas
PESO TOTAL	921.024.240	7.501.657.320	9.655.598.460	2.563.663.445	20.641.943.464
"AMORIZACIÓN" 2012	76.752.020	625.138.110	804.633.205	213.638.620	1.720.161.955

El siguiente paso consiste en la determinación de la distribución de materiales presente en los turismos que se han incorporado al sistema en el periodo de estudio.

Desde hace años son numerosas las compañías de fabricación de automóviles que desarrollan Análisis de Ciclo de Vida de sus productos, de acuerdo con la Norma ISO 14040 de 2002. En no pocos casos, las mismas compañías hacen públicos los informes correspondientes a dichos análisis, en los que suele incluirse una mención expresa a la composición en materiales de los

vehículos, como información de partida necesaria para los mismos. A lo que se añade un amplio número de informes de corte académicos sobre la cuestión. De ahí que, actualmente, sean numerosas las fuentes relativas a esta información.

No existe, sin embargo, un criterio único para presentar dicha composición, existiendo importantes diferencias a la hora de desglosar los materiales de los que se componen los automóviles; lo que dificulta el análisis y tratamiento de la información, con vistas a determinar una composición promedio que pueda ser de utilidad a toda la flota de vehículos nuevos.

No obstante, se ha podido comprobar que los datos publicados arrojan órdenes de magnitud muy similares para las grandes categorías de materiales (metales, plásticos, fluidos, etc.). De ahí que, a efectos de cálculo, se haya optado por seleccionar una de las fuentes consultadas como representativa del conjunto. Habiéndose basado la selección en criterios de proximidad temporal de la información y nivel de desglose de los materiales. En concreto, se ha optado por utilizar los datos aportados por la el informe “Evaluación básica de análisis de ciclo de vida de la fabricación, uso y fin de vida de los automóviles y camiones en España”, elaborado en 2012 por el Grupo de Trabajo de Automoción del FEDIT, junto con el Observatorio Industrial del Sector Fabricantes de Automóviles y Camiones. En el marco de este informe se ha recopilado información aportada directamente por la empresa SEAT en cuanto a la composición de sus vehículos, arrojando la siguiente composición promedio:

Tabla 65. Composición en peso del automóvil medio

Componente	% del peso total
Aceros	65,00%
Aleaciones de aluminio	7,00%
Cobre	1,00%
Plomo	1,00%
METALES	74,00%
Materiales termoplásticos	11,00%
Cauchos y elastómeros	4,00%
Poliuretanos	1,50%
PLÁSTICOS	16,50%
PINTURAS, SELLANTES Y PROTECCIONES	2,00%
VIDRIOS	2,50%
TEXTILES, ALGODÓN, MADERA, CARTON, PIEL	2,00%
Combustible	1,00%
Aceite lubricante	0,50%
Líquido refrigerante y limpiaparabrisas	1,00%
FLUIDOS	2,50%
OTROS	0,50%
	100,00%

Una vez conocida la distribución de materiales presente en los turismos, a partir de la densidad energética de los materiales empleados, se puede determinar el contenido energético de los automóviles amortizados en los años de estudio.

La **densidad energética de los materiales** refleja el consumo de energía necesario para la producción de una unidad de masa de los mismos, por lo que su estimación depende de los procesos y tipo de fuentes energéticas empleadas para dicha producción, y por tanto del contexto geográfico en que se realice. De ello se deriva la existencia de diversas bases de datos con esta información, ofreciendo valores no coincidentes. Varias de estas bases de datos forman parte o se han desarrollado para ser utilizadas en el marco de los numerosos modelos informáticos de Análisis de Ciclo de Vida existentes en el mercado.

Uno de estos modelos es GaBi, desarrollado por la compañía PE INTERNATIONAL, que cuenta con una amplia base de datos con referencias de múltiples ámbitos geográficos, entre ellos países de Europa Occidental, contexto en el que se enmarcará el caso de España. Este software ha sido empleado por la investigación ENERTRANS para el desarrollo de los trabajos que han dado lugar a la monografía "Consumo de energía y emisiones asociadas a la construcción y mantenimiento de vehículos"⁵⁶, en la que se ofrece la siguiente información sobre densidad energética de los materiales, que ha sido la empleada en las presentes Cuentas:

Tabla 66. Densidad energética de los materiales que componen un turismo (energía primaria)

Material	MJ EP/kg	tep EP/t
Acero (lingote)	22,37	0,53
Acero (chapa enrollada en frío)	25,72	0,61
Acero (inoxidable)	68,25	1,63
Aluminio (lingote)	194,5	4,64
Aluminio (perfil extruido)	214,5	5,12
Aluminio (alúmina)	19,13	0,46
Cobre	64,88	1,55
Plomo	26,24	0,63
Zinc	61,56	1,47
Plásticos	95,46	2,28
Vidrio	28,02	0,67
Cauchos y gomas	70,65	1,69
Líquidos (Gasolina)	52,11	1,24
Líquidos (Gasóleo)	50,49	1,21
Líquidos (Lubricantes)	51,56	1,23
Líquidos (Etilenglicol)	53,87	1,29
Líquidos (Agua desionizada)	0,23	0,01
Otros	134,38	3,21

Para la adaptación de esta información a la composición promedio de los turismos expresada anteriormente, se han empleado los siguientes supuestos:

- De acuerdo con la citada monografía ENERTRANS, se ha ponderado el empleo de los diferentes tipos de acero y aluminio según el siguiente criterio⁵⁷:

⁵⁶ Monografía nº 11 del proyecto ENERTRANS, redactada por J. M. López Martínez y J. Sánchez Alejo. 2008. <http://www.enertrans.es>.

⁵⁷ La fuente citada para estos datos en la monografía de ENERTRAN es: Sullivan J.L., Williams, R.L., Yester, S., Cobas-Flores, E., Chubbs, S.T., Hentges, S.G., Pomper, S.D. (1998): Life Cycle Inventory of a

Tabla 67. Distribución de aceros en el vehículo promedio

Tipo	Porcentaje (del total de aceros, % en peso)
Acero de fundición	20,5
Acero enrollado en frío	54,6
Acero inoxidable	24,8
Total	100

Tabla 68. Distribución de aluminios en el vehículo promedio

Tipo	Porcentaje (del total de aluminios, % en peso)
Aluminio extruido	24,5
Aluminio de fundición	75,3
Alúmina	0,28
Total	100

- Tanto los “Materiales termoplásticos” como el “Poliuretano” se ha hecho corresponder con la categoría “Plásticos”. Mientras que los “Cauchos y elastómeros” se corresponden con la categoría de “Cauchos y gomas”.
- Para la determinación de la densidad energética de los combustibles se ha utilizado el promedio de la correspondiente a la Gasolina y el Gasoil.
- Tal y como se explica en la propia monografía ENERTRANS, la categoría “Otros” hace referencia a textiles, maderas, etc.
- No se dispone de información para los materiales de “Pinturas, sellantes y protecciones”, por lo que se le asigna una densidad energética igual al promedio de todas las de los otros materiales.
- Para los compuestos englobados como “Otros” se utiliza una densidad energética igual al promedio de todas las de los otros materiales.

Relacionando la densidad energética de los materiales con la composición de un turismo medio, se llega a los siguientes resultados:

Tabla 69. Contenido energético de los turismo medios en 2007 (1416 kg) y 2012 (1410 kg)

	Materiales promedio (%)	Densidad energética (Tep kep EP/kg)	Contenido energético en materiales de de un turismo medio (kep EP) 2007	Contenido energético en materiales de de un turismo medio (kep EP) 2012
Aceros	65,00%	0,85	782	779
Aleaciones de aluminio	7,00%	4,75	471	469
Cobre	1,00%	1,55	22	22
Plomo	1,00%	0,63	9	9
Materiales termoplásticos	11,00%	2,28	355	354
Cauchos y elastómeros	4,00%	1,69	96	95
Poliuretanos	1,50%	2,28	48	48
Pinturas, sellantes y protecciones	2,00%	1,75	50	49
Vidrios	2,50%	0,67	24	24
Textiles, algodón, madera, cartón, piel	2,00%	3,21	91	91
Combustible	1,00%	1,23	17	17
Aceite lubricante	0,50%	1,23	9	9
Líquido refrigerante y limpiaparabrisas	1,00%	0,65	9	9
Otros	0,50%	1,75	12	12
TOTAL			1.995	1.987

Si el análisis se realiza para el conjunto de la flota de turismos en periodo de amortización, los resultados son los que se sintetizan en las siguientes tablas:

Tabla 70. Materiales incorporados en los turismos en periodo de amortización en España en 2007

2007	(%)	MATERIALES SEGÚN CICLINDRADA (Kg)					Densidad energética (Tep EP/t)
		< 1.199 cc	1.200-1.599 cc	1.600-1.999 cc	>2.000 cc	TOTAL	
Aceros	65,00%	62.307.925	352.554.960	570.760.936	143.504.647	1.129.128.469	0,85
Aleaciones de aluminio	7,00%	6.710.084	37.967.457	61.466.562	15.454.347	121.598.450	4,75
Cobre	1,00%	958.583	5.423.922	8.780.937	2.207.764	17.371.207	1,55
Plomo	1,00%	958.583	5.423.922	8.780.937	2.207.764	17.371.207	0,63
Materiales termoplásticos	11,00%	10.544.418	59.663.147	96.590.312	24.285.402	191.083.279	2,28
Cauchos y elastómeros	4,00%	3.834.334	21.695.690	35.123.750	8.831.055	69.484.829	1,69
Poliuretanos	1,50%	1.437.875	8.135.884	13.171.406	3.311.646	26.056.811	2,28
Pinturas, sellantes y protecciones	2,00%	1.917.167	10.847.845	17.561.875	4.415.528	34.742.414	1,75
Vidrios	2,50%	2.396.459	13.559.806	21.952.344	5.519.409	43.428.018	0,67
Textiles, algodón, madera, cartón, piel	2,00%	1.917.167	10.847.845	17.561.875	4.415.528	34.742.414	3,21
Combustible	1,00%	958.583	5.423.922	8.780.937	2.207.764	17.371.207	1,23
Aceite lubricante	0,50%	479.292	2.711.961	4.390.469	1.103.882	8.685.604	1,23
Líquido refrigerante y limpiaparabrisas	1,00%	958.583	5.423.922	8.780.937	2.207.764	17.371.207	0,65
Otros	0,50%	479.292	2.711.961	4.390.469	1.103.882	8.685.604	1,75

Tabla 71. Contenido energético de los turismos en periodo de amortización en España en 2007

2007	CONTENIDO ENERGÉTICO SEGÚN CICLINDRADA (Tep EP)				
	< 1.199 cc	1.200-1.599 cc	1.600-1.999 cc	>2.000 cc	TOTAL
Aceros	52.903	299.338	484.606	121.843	958.690
Aleaciones de aluminio	31.897	180.484	292.191	73.465	578.038
Cobre	1.485	8.403	13.605	3.421	26.914
Plomo	601	3.399	5.502	1.383	10.885
Materiales termoplásticos	24.037	136.007	220.186	55.361	435.591
Cauchos y elastómeros	6.469	36.603	59.258	14.899	117.229
Poliuretanos	3.278	18.546	30.025	7.549	59.399
Pinturas, sellantes y protecciones	3.356	18.989	30.741	7.729	60.815
Vidrios	1.604	9.073	14.689	3.693	29.058
Textiles, algodón, madera, cartón, piel	6.152	34.811	56.356	14.169	111.488
Combustible	1.174	6.645	10.757	2.705	21.280
Aceite lubricante	590	3.339	5.406	1.359	10.694
Líquido refrigerante y limpiaparabrisas	619	3.504	5.672	1.426	11.221
Otros	839	4.747	7.685	1.932	15.204
	135.004	763.888	1.236.679	310.934	2.446.505

Tabla 72. Materiales incorporados en los turismos en periodo de amortización en España en 2012

2012	(%)	MATERIALES SEGÚN CICLINDRADA (Kg)					Densidad energética (Tep EP/t)
		< 1.199 cc	1.200-1.599 cc	1.600-1.999 cc	>2.000 cc	TOTAL	
Aceros	65,00%	49.888.813	406.339.771	523.011.583	138.865.103	1.118.105.271	0,85
Aleaciones de aluminio	7,00%	5.372.641	43.759.668	56.324.324	14.954.703	120.411.337	4,75
Cobre	1,00%	767.520	6.251.381	8.046.332	2.136.386	17.201.620	1,55
Plomo	1,00%	767.520	6.251.381	8.046.332	2.136.386	17.201.620	0,63
Materiales termoplásticos	11,00%	8.442.722	68.765.192	88.509.653	23.500.248	189.217.815	2,28
Cauchos y elastómeros	4,00%	3.070.081	25.005.524	32.185.328	8.545.545	68.806.478	1,69
Poliuretanos	1,50%	1.151.280	9.377.072	12.069.498	3.204.579	25.802.429	2,28
Pinturas, sellantes y protecciones	2,00%	1.535.040	12.502.762	16.092.664	4.272.772	34.403.239	1,75
Vidrios	2,50%	1.918.800	15.628.453	20.115.830	5.340.966	43.004.049	0,67
Textiles, algodón, madera, cartón, piel	2,00%	1.535.040	12.502.762	16.092.664	4.272.772	34.403.239	3,21
Combustible	1,00%	767.520	6.251.381	8.046.332	2.136.386	17.201.620	1,23
Aceite lubricante	0,50%	383.760	3.125.691	4.023.166	1.068.193	8.600.810	1,23
Líquido refrigerante y limpiaparabrisas	1,00%	767.520	6.251.381	8.046.332	2.136.386	17.201.620	0,65
Otros	0,50%	383.760	3.125.691	4.023.166	1.068.193	8.600.810	1,75

Tabla 73. Contenido energético de los turismos en periodo de amortización en España en 2012

2012	CONTENIDO ENERGÉTICO SEGÚN CICLINDRADA (Tep EP)				
	< 1.199 cc	1.200-1.599 cc	1.600-1.999 cc	>2.000 cc	TOTAL
Aceros	42.358	345.004	444.064	117.904	949.330
Aleaciones de aluminio	25.540	208.019	267.747	71.090	572.395
Cobre	1.189	9.685	12.466	3.310	26.651
Plomo	481	3.917	5.042	1.339	10.779
Materiales termoplásticos	19.246	156.756	201.765	53.571	431.338
Cauchos y elastómeros	5.180	42.187	54.301	14.417	116.085
Poliuretanos	2.624	21.376	27.513	7.305	58.819
Pinturas, sellantes y protecciones	2.687	21.885	28.169	7.479	60.221
Vidrios	1.284	10.457	13.460	3.574	28.775
Textiles, algodón, madera, cartón, piel	4.926	40.121	51.641	13.711	110.400
Combustible	940	7.658	9.857	2.617	21.073
Aceite lubricante	473	3.849	4.954	1.315	10.590
Líquido refrigerante y limpiaparabrisas	496	4.038	5.198	1.380	11.111
Otros	672	5.471	7.042	1.870	15.055
	108.095	880.425	1.133.220	300.882	2.422.621

El siguiente cuadro sintetiza los resultados, incluyendo una estimación del contenido energético de los materiales incorporados en cada vehículo añadido al sistema en los años de estudio (incluida una estimación para el turismo medio):

Tabla 74. Contenido energético de los turismos en periodo de amortización en España en 2007 y 2012

	Nº TURISMOS EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN		CONTENIDO ENERGÉTICO TURISMOS EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN (Tep EP)		CONTENIDO ENERGÉTICO AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
< 1.199 cc	1.402.987	1.037.011	135.004	108.095	0,096	0,104
1.200-1.599 cc	6.437.749	7.007.756	763.888	880.425	0,119	0,126
1.600-1.999 cc	8.571.334	7.474.896	1.236.679	1.133.220	0,144	0,152
>2.000 cc	1.795.381	1.657.188	310.934	300.882	0,173	0,182
TOTAL (TURISMO MEDIO)	18.207.451	17.176.851	2.446.505	2.422.621	0,134	0,141

Consumo de energía en los procesos de fabricación

Para el cálculo de los consumos de energía en la fabricación de vehículos es preciso contabilizar el consumo total de energía en las correspondientes plantas de producción (fundamentalmente electricidad para el mecanizado, soldadura, iluminación y movimiento de maquinaria y equipos; y gas natural para el aporte de calor a los procesos y la calefacción de las edificaciones), en este caso de turismos, y ponerlo en relación con el número de vehículos fabricado en cada uno de ellos, lo que permitiría obtener un consumo energético promedio por vehículo.

Este método, sin embargo, presenta dificultades, asociadas a la estructura del sistema productivo del sector de la automoción, que no concentra en unas mismas instalaciones el conjunto de los procesos necesarios para la fabricación de vehículos. Por el contrario, se estructura en torno a plantas especializadas en la producción de las diferentes piezas y componentes, que luego son distribuidas por todo el planeta hasta las correspondientes plantas de ensamblaje, habitualmente especializadas en un número reducido de modelos que se incorporaran al mercado de varios países. Con frecuencia, las instalaciones en las que se produce el ensamblaje cuentan también con factorías de piezas y componentes, no necesariamente exclusivas del modelo que se ensambla en las mismas.

Esta estructura deslocalizada condiciona el cálculo, puesto que la eficiencia y origen de la energía utilizada en los procesos de fabricación difiere de un país a otro. Mientras que los resultados de los procesos de fabricación en el interior de un determinado territorio no necesariamente redundan en el mercado interior de dicho territorio (se producen piezas que serán ensambladas en factorías de otro país o se ensamblan vehículos que serán vendidos en otros países).

Ante la imposibilidad de abarcar esta estructura globalizada, se ha optado por determinar un consumo energético promedio a partir de los datos disponibles de consumo energético de las plantas de ensamblaje, que se aplicará a la flota de vehículos nuevos incorporados al parque móvil de España en los años de referencia. En particular, se cuenta con la información proveniente del informe “Evaluación básica de análisis de ciclo de vida de la fabricación, uso y fin de vida de los automóviles y camiones en España” del FEDIT⁵⁸, en el marco de cuyos trabajos se encuestó sobre este respecto a ocho plantas de producción de ámbito nacional:

Tabla 75. Producción de las plantas de ensamblaje de turismos en España (2011)⁵⁹

FABRICANTE	LOCALIDAD	MODELOS	CANTIDAD
PSA	VIGO	C4 Picasso, Berlingo, Partner	355.000
	MADRID	207, C3	150.000
SEAT	MARTORELL	Ibiza, León, Altea, Exeo	350.000
OPEL	FIGUERUELAS	Corsa, Meriva	400.000
RENAULT	VILLAMURIEL	Megane, Sport	260.000
	VALLADOLID	Modus, Clío	80.000
VOLKSWAGEN	LANDABEN	Polo	352.000
FORD	ALMUSAFES	Fiesta, Focus	280.000

Como resultado de esa encuesta se obtuvo un consumo energético promedio por turismo fabricado en España de 1,493 MWh/vehículo, repartiéndose en un 65% de Gas Natural y un 35% de Electricidad.

A partir de esta información, teniendo en consideración que la investigación del FEDIT se refiere a un turismo tipo de 1.250 kg de peso, se puede extraer el ratio de consumo energético promedio por unidad de masa de 1,1944 kWh/kg, que es el que se empleará para el cálculo del consumo energético necesario para la fabricación de los vehículos incorporados a la flota de turismos española en los años de estudio:

⁵⁸ Observatorio Industrial del Sector Fabricantes de Automóviles y Camiones. 2012.

⁵⁹ *Ibidem*, pág 25. Es interesante constatar cómo el peso medio de los vehículos fabricados en esas plantas era en 2011 de 1.250 kg, lo que indica una cierta especialización de la fabricación de vehículos de gama algo inferior a la que se matricula en el país.

Tabla 76. Consumo energético en los procesos de fabricación de las diferentes categorías de turismo (Tep de energía final)

	PESO AMORTIZADO POR CICLINDRADA (Kg)		Consumo energético promedio (kWh/kg)	Consumo energético promedio (Tep/t)	CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN (Tep)	
	2007	2012			2007	2012
< 1.199 cc	95.858.347	76.752.020	1,1944	0,1027184	9.846	7.884
1.200-1.599 cc	542.392.246	625.138.110			55.714	64.213
1.600-1.999 cc	878.093.748	804.633.205			90.196	82.651
>2.000 cc	220.776.380	213.638.620			22.678	21.945
TOTAL	1.737.120.721	1.720.161.955			178.434	176.692

Teniendo en cuenta la distribución entre los tipos de energía consumida en los procesos de fabricación (65% Gas Natural y 35% Electricidad), así como la estructura de producción energética en España en los años a estudio (a través de los correspondientes coeficientes de paso: 1,070 tep EP/tep EF y 2,331 tep EP/tep EF para el Gas Natural y la Electricidad, respectivamente), es posible convertir el consumo energético asociado a los procesos de fabricación en energía primaria:

Tabla 77. Consumo energético en los procesos de fabricación de las diferentes categorías de turismo (Tep de energía primaria)

	2007	2012
< 1.199 cc	14.881	11.915
1.200-1.599 cc	84.203	97.049
1.600-1.999 cc	136.318	124.914
>2.000 cc	34.274	33.166
TOTAL	269.677	267.044

Este cálculo permite determinar la parte del consumo energético necesario para la fabricación de cada uno de los turismos analizados que se amortiza en los años de referencia, así como el correspondiente al turismo medio:

Tabla 78. Consumo energético en los procesos de fabricación para cada categoría de turismo

	Nº TURISMOS EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN (Tep EP)		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
< 1.199 cc	1.402.987	1.037.011	14.881	11.915	0,011	0,011
1.200-1.599 cc	6.437.749	7.007.756	84.203	97.049	0,013	0,014
1.600-1.999 cc	8.571.334	7.474.896	136.318	124.914	0,016	0,017
>2.000 cc	1.795.381	1.657.188	34.274	33.166	0,019	0,020
TOTAL (TURISMO MEDIO)	18.209.458	17.178.863	269.677	267.044	0,015	0,016

Consumo de energía en la distribución y venta

Esta fase incluiría la energía necesaria para el transporte de los vehículos a sus puntos de venta, así como la energía necesaria para el funcionamiento de los puntos de venta de los mismos.

A efectos del análisis global del transporte en España hay que evitar contabilizar la energía para el transporte de los vehículos fabricados hasta sus respectivos puntos de venta, pues se estaría incurriendo en una doble contabilidad, ya que esos desplazamientos ya están incorporados en la fase de tracción del transporte de mercancías, bien sea por carretera o ferrocarril, modos habitualmente empleados para el transporte interior de turismos.

Sin embargo, a efectos de entender el ciclo de vida completo de los vehículos sí es significativo, y sería interesante conocer que proporción corresponde al transporte de los vehículos a sus puntos de venta, así como el transporte de los materiales y componentes hasta su ensamblaje final. Pero no ha sido posible obtener información al respecto.

Por su parte, se carece de información sobre la eficiencia energética de los concesionarios de venta de vehículos en España, por lo que no es posible realizar una estimación rigurosa.

No obstante, se entiende que, sin tener en cuenta la energía necesaria para el transporte, esta etapa tiene un contenido energético muy reducido en comparación al que corresponde con la producción de los materiales y la fabricación de los vehículos.

Síntesis de resultados

La siguiente tabla sintetiza los resultados del consumo de energía en la fabricación de turismos nuevos en España, distinguiendo entre las fases de producción de materiales y ensamblado:

Tabla 79. Consumo energético en la fabricación (producción de materiales y ensamblado) de turismos en España

	CONTENIDO ENERGÉTICO TURISMOS EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN (Tep EP)		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN (Tep EP)		TOTAL CONSUMO ENERGÉTICO DE LA FLOTA DE TURISMOS EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
< 1.199 cc	135.004	108.095	14.881	11.915	149.885	120.010
1.200-1.599 cc	763.888	880.425	84.203	97.049	848.091	977.473
1.600-1.999 cc	1.236.679	1.133.220	136.318	124.914	1.372.998	1.258.134
>2.000 cc	310.934	300.882	34.274	33.166	345.209	334.048
TOTAL	2.446.505	2.422.621	269.677	267.044	2.716.182	2.689.665

Si se realiza el análisis de forma unitaria, es decir, atendiendo al consumo energético amortizado por cada vehículo promedio, los resultados son:

Tabla 80. Consumo de energía amortizado por cada vehículo en la fabricación de turismos en España

	CONTENIDO ENERGÉTICO AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)		TOTAL CONSUMO ENERGÉTICO AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
< 1.199 cc	0,096	0,104	0,011	0,011	0,107	0,116
1.200-1.599 cc	0,119	0,126	0,013	0,014	0,132	0,139
1.600-1.999 cc	0,144	0,152	0,016	0,017	0,160	0,168
>2.000 cc	0,173	0,182	0,019	0,020	0,192	0,202
TOTAL (TURISMO MEDIO)	0,134	0,141	0,015	0,016	0,149	0,157

Si los cálculos se hubiesen realizado sin tener en cuenta el concepto de "amortización del consumo energético de fabricación de vehículos nuevos", los resultados obtenidos serían:

Tabla 81. Consumo energético en la fabricación (producción de materiales y ensamblado) de turismos de nueva matriculación en España

	CONTENIDO ENERGÉTICO DE LOS MATERIALES EN LA FLOTA DE TURISMOS DE NUEVA MATRICULACIÓN (Tep EP)		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN (Te EP)		TOTAL CONSUMO ENERGÉTICO DE LA FLOTA DE TURISMOS DE NUEVA MATRICULACIÓN (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
< 1.199 cc	98.147	106.532	10.819	11.743	108.965	118.275
1.200-1.399 cc	481.307	215.029	53.054	23.703	534.361	238.732
1.400-1.599 cc	717.706	465.629	79.112	51.326	796.818	516.955
1.600-1.999 cc	1.424.748	397.284	157.049	43.792	1.581.797	441.077
>2.000 cc	449.053	109.356	49.499	12.054	498.552	121.410
TOTAL	3.170.961	1.293.830	349.533	142.618	3.520.493	1.436.448

Tabla 82. Consumo de energía por vehículo en la fabricación de turismos de nueva matriculación en España

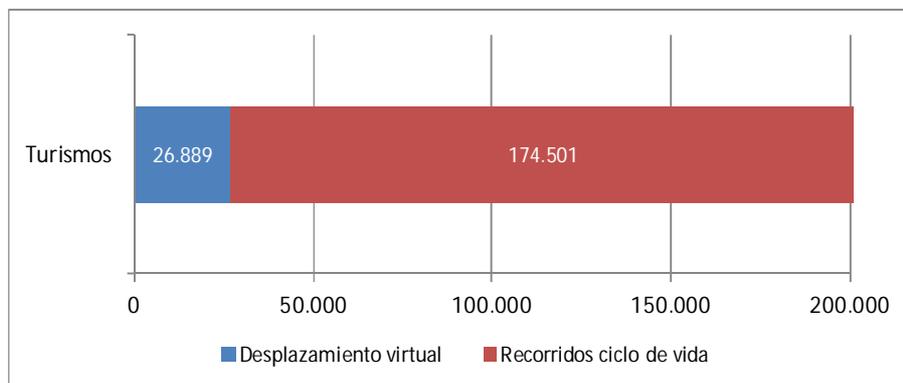
	CONTENIDO ENERGÉTICO DE LOS MATERIALES POR VEHÍCULO (Tep EP)		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN POR VEHÍCULO (Tep EP)		TOTAL CONSUMO ENERGÉTICO POR VEHÍCULO (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
< 1.199 cc	1,44	1,43	0,158	0,158	1,596	1,589
1.200-1.399 cc	1,71	1,70	0,188	0,187	1,893	1,884
1.400-1.599 cc	1,71	1,70	0,188	0,187	1,893	1,884
1.600-1.999 cc	2,09	2,08	0,230	0,229	2,321	2,310
>2.000 cc	2,48	2,47	0,274	0,273	2,757	2,745
TURISMO MEDIO	1,83	1,82	0,202	0,201	2,034	2,024

Una manera quizás más ilustrativa de mostrar el esfuerzo energético en la fabricación de vehículos es compararlo con el que se requiere para los desplazamientos. Así, cuando un turismo promedio llega al punto de venta, lleva incorporados unos 2 tep de energía primaria, lo que es equivalente al consumo energético de recorrer 26.889 km. Lo que, suponiendo unas

pautas de movilidad como las de 2007⁶⁰, corresponde a los recorridos cubiertos durante un periodo de 24 meses.

Es decir, antes de arrancar por primera vez, el turismo habrá consumido tanto como el 15,4% de la energía que empleará en sus desplazamientos a lo largo de toda su vida útil. Podría así hablarse de un desplazamiento virtual previo como el que indica la siguiente ilustración:

Ilustración 3. El recorrido virtual en km (antes de poder ser utilizado) de un turismo.



4.2. Motocicletas

Contenido energético de los materiales

Como en el caso de los turismos, el punto de partida del cálculo del contenido energético de los materiales presentes en la flota de motocicletas incorporadas al sistema es el número de matriculaciones llevadas a cabo en el periodo equivalente a la vida útil de estos vehículos (12 años)-inmediatamente anterior a los años a estudio, 2007 y 2012.

Tabla 83. Número de motocicletas matriculadas en España (1996-2012)

	< 75 cc	76 - 125 cc	126 - 250 cc	251 - 500 cc	501 - 750 cc	> 750 cc	TOTAL
1996	3.321	9.769	6.912	1.795	5.790	3.630	31.217
1997	1.452	13.879	11.862	2.082	7.742	4.855	41.872
1998	636	19.523	16.769	2.405	10.337	6.482	56.152
1999	383	23.556	18.552	3.785	13.914	8.480	68.670
2000	259	22.709	20.227	3.847	15.796	9.237	72.075
2001	200	15.839	20.159	4.433	14.582	8.983	64.196
2002	149	13.585	20.101	4.766	15.080	9.735	63.416
2003	95	16.884	24.077	6.866	18.261	11.313	77.496
2004	143	38.665	30.630	10.512	27.258	15.987	123.195
2005	98	105.194	40.848	14.804	38.030	21.450	220.424
2006	126	125.410	44.774	18.890	56.118	29.600	274.918

⁶⁰ Se considera más adecuado utilizar este año como referencia para reflejar el comportamiento a lo largo del ciclo de vida de los turismos, puesto que las cifras de 2012 se han visto muy afectadas por la coyuntura económica del periodo de crisis actual, modificando significativamente las pautas de movilidad, utilización y renovación de vehículos, etc.

2007	122	122.976	41.034	22.874	62.215	36.412	285.633
2008	209	88.955	26.797	20.270	51.781	33.760	221.772
2009	266	73.676	13.957	12.425	21.904	17.680	139.908
2010	546	72.783	10.298	17.122	20.364	19.917	141.030
2011	579	71.700	7.992	14.066	14.136	16.586	125.059
2012	2.023	59.694	5.607	10.880	13.134	11.265	102.603
TOTAL	10.607	894.797	360.596	171.822	406.442	265.372	2.109.636

A continuación se determina el peso de la motocicleta tipo en cada una de las cilindradas en que se clasifica el parque, para lo que se sigue una aproximación basada en la utilización del modelo más vendido, según las estadísticas de la DGT y ANESDOR (Asociación Nacional de Empresas del Sector de las Dos Ruedas). En particular, se ha seguido la siguiente secuencia de pasos para su estimación:

- Se ha consultado cuál ha sido la marca más vendida en cada uno de los segmentos en que se clasifican las motocicletas (de acuerdo a los datos de matriculación de la DGT)
- Se han consultado el ranking de modelos más vendidos de ANESDOR para identificar el modelo más vendido de las marcas anteriormente identificadas
- Se ha consultado la información de los fabricantes para determinar el peso del modelo seleccionado en cada caso

Los siguientes cuadros sintetizan los resultados de este proceso:

Tabla 84. Aproximación al peso promedio de cada categoría de motocicleta (2007)

Segmento	Marca	Modelo	Peso (kg)
< 75 cc	HONDA	CRF 70 F	63
76 - 125 cc	HONDA	Scoopy SH 125	127
126 - 250 cc	YAMAHA	X-Max 250	164
251 - 500 cc	SUZUKI	Burgman 400	179
501 - 750 cc	SUZUKI	Burgman 650	215
> 750 cc	B.M.W.	F 800 S	180

Tabla 85. Aproximación al peso promedio de cada categoría de motocicleta (2012)

Segmento	Marca	Modelo	Peso (kg)
< 75 cc	Vmoto	E-Max 120 SD	150
76 - 125 cc	Honda	SH 125I	136
126 - 250 cc	Yamaha	X-MAX 250	180
251 - 500 cc	Piaggio	X10 350 EXECUTIVE ABS	200
501 - 750 cc	Honda	NC 700 S	211
> 750 cc	B.M.W.	F 800 R	199

Si se tienen en cuenta las cifras sobre el número de matriculaciones de cada cilindrada en los años correspondientes, es posible determinar el peso de la motocicleta media incorporada a la flota de vehículos española en 2007 y 2012:

Tabla 86. Aproximación al peso de la motocicleta promedio de nueva matriculación en España en 2007

	< 75 cc	76 - 125 cc	126 - 250 cc	251 - 500 cc	501 - 750 cc	> 750 cc	TOTAL
Nº MATRICULADOS	122	122.976	41.034	22.874	62.215	36.412	285.633
PESO PROMEDIO	63	127	164	179	215	180	162

Tabla 87. Aproximación al peso de la motocicleta promedio de nueva matriculación en España en 2012

	< 75 cc	76 - 125 cc	126 - 250 cc	251 - 500 cc	501 - 750 cc	> 750 cc	TOTAL
Nº MATRICULADOS	2.023	59.694	5.607	10.880	13.134	11.265	102.603
PESO PROMEDIO	150	136	180	200	211	199	162

Para el cálculo, es preciso determinar, además, el peso de las motocicletas matriculadas en todo el periodo equivalente al ciclo de vida (12 años) inmediatamente anterior a los años 2007 y 2012. Al carecer de información sobre la evolución en el peso del sector, se ha realizado esta estimación a partir de los valores aproximados para los años de referencia, suponiendo una evolución homogénea entre los años 2012 y 2007, y considerando el peso de las motocicletas constante en los años anteriores a 2007. Se considera que el error introducido con esta simplificación no es significativo a los efectos del presente trabajo.

Una vez conocido el peso unitario de las motocicletas matriculadas en España, se estima el peso total de las motocicletas matriculadas dentro de cada categoría, así como la proporción "amortizable" en los años de estudio.

Tabla 88. Peso de la flota de motocicletas matriculada en el periodo 1996-2007

2007	< 75 cc	76 - 125 cc	126 - 250 cc	251 - 500 cc	501 - 750 cc	> 750 cc	Todas las cilindradas
PESO TOTAL	439.992	67.054.603	48.534.980	17.373.561	61.301.381	29.909.573	109.024.508
"AMORIZACIÓN" 2007	36.666	5.587.884	4.044.582	1.447.797	5.108.448	2.492.464	9.085.376

Tabla 89. Peso de la flota de motocicletas matriculada en el periodo 2001-2012

2012	< 75 cc	76 - 125 cc	126 - 250 cc	251 - 500 cc	501 - 750 cc	> 750 cc	Todas las cilindradas
PESO TOTAL	544.722	104.152.714	47.414.882	29.135.562	75.642.429	42.839.692	148.162.405
"AMORIZACIÓN" 2012	45.394	8.679.393	3.951.240	2.427.964	6.303.536	3.569.974	12.346.867

El siguiente paso consiste en la determinación de la distribución de materiales presente en las motocicletas incorporadas a la flota española en los años de estudio. Para ello se cuenta con la información proveniente de la monografía ENERTRANS nº 11⁶¹, en la que se establece la distribución de materiales de una motocicleta tipo Scooter y Deportiva. Aún cuando se puede considerar que las motocicletas de menor cilindrada corresponden mayoritariamente a la tipología Scooter, se ha optado por establecer la distribución de una motocicleta promedio como la media aritmética de los valores para las dos tipologías estudiadas:

⁶¹ "Consumo de energía y emisiones asociadas a la construcción y mantenimiento de vehículos". J.M. López, J. Sánchez y A. Mora. 2009.

Tabla 90. Composición de materiales una motocicleta media

Material	Scooter	Motocicleta deportiva	Promedio
Acero	59,70%	55,40%	57,55%
Aluminio	12,00%	23,80%	17,90%
Plásticos	16,00%	10,90%	13,45%
Cauchos y gomas	7,20%	5,90%	6,55%
Otros	5,10%	4,00%	4,55%

Conociendo la distribución de materiales presente en las motocicletas, a partir de la densidad energética de los materiales empleados, se puede determinar el contenido energético de la motocicleta tipo matriculada en los años de estudio.

En el caso de una motocicleta promedio, los resultados son:

Tabla 91. Contenido energético de una motocicleta media (162 kg)

Material	Materiales promedio	Densidad energética (kep EP/kg)	Contenido energético en materiales de una motocicleta media (kep EP)
Acero	57,55%	0,85	79,25
Aluminio	17,90%	4,75	137,74
Plásticos	13,45%	2,28	49,68
Cauchos y gomas	6,55%	1,69	17,93
Otros	4,55%	1,75	12,90
Total			297,50

El siguiente cuadro sintetiza los resultados de este cálculo para el conjunto de la flota de motocicletas en periodo de amortización:

Tabla 92. Materiales incorporados en las motocicletas en periodo de amortización en España en 2007

2007	(%)	MATERIALES SEGÚN CICLINDRADA (Kg)						Densidad energética (Tep Ep/t)	
		< 75 cc	76 - 125 cc	126 - 250 cc	251 - 500 cc	501 - 750 cc	> 750 cc		TOTAL
Aceros	57,55%	21.101	3.215.827	2.327.657	833.207	2.939.912	1.434.413	10.772.117	0,85
Aleaciones de aluminio	17,90%	6.563	1.000.231	723.980	259.156	914.412	446.151	3.350.494	4,75
Plástico	13,45%	4.932	751.570	543.996	194.729	687.086	335.236	2.517.550	2,28
Cauchos y elastómeros	6,55%	2.402	366.006	264.920	94.831	334.603	163.256	1.226.019	1,69
Otros	4,55%	1.668	254.249	184.028	65.875	232.434	113.407	851.662	1,75

Tabla 93. Contenido energético de las motocicletas en periodo de amortización en España en 2007

2007	CONTENIDO ENERGÉTICO SEGÚN CICLINDRADA (Tep EP)						TOTAL
	< 75 cc	76 - 125 cc	126 - 250 cc	251 - 500 cc	501 - 750 cc	> 750 cc	
Aceros	18	2.730	1.976	707	2.496	1.218	9.146
Aleaciones de aluminio	31	4.755	3.442	1.232	4.347	2.121	15.927
Plástico	11	1.713	1.240	444	1.566	764	5.739
Cauchos y elastómeros	4	617	447	160	565	275	2.068
Otros	3	445	322	115	407	199	1.491
	67	10.261	7.427	2.659	9.381	4.577	34.371

Tabla 94. Materiales incorporados en las motocicletas en periodo de amortización en España en 2012

2012	(%)	MATERIALES SEGÚN CICLINDRADA (Kg)						Densidad energética (Tep EP/t)	
		< 75 cc	76 - 125 cc	126 - 250 cc	251 - 500 cc	501 - 750 cc	> 750 cc		TOTAL
Aceros	57,55%	26.124	4.994.991	2.273.939	1.397.293	3.627.685	2.054.520	14.374.551	0,85
Aleaciones de aluminio	17,90%	8.125	1.553.611	707.272	434.605	1.128.333	639.025	4.470.973	4,75
Plástico	13,45%	6.105	1.167.378	531.442	326.561	847.826	480.162	3.359.474	2,28
Cauchos y elastómeros	6,55%	2.973	568.500	258.806	159.032	412.882	233.833	1.636.026	1,69
Otros	4,55%	2.065	394.912	179.781	110.472	286.811	162.434	1.136.476	1,75

Tabla 95. Contenido energético de las motocicletas en periodo de amortización en España en 2012

2012	CONTENIDO ENERGÉTICO SEGÚN CICLINDRADA (Tep EP)						TOTAL
	< 75 cc	76 - 125 cc	126 - 250 cc	251 - 500 cc	501 - 750 cc	> 750 cc	
Aceros	22	4.241	1.931	1.186	3.080	1.744	12.205
Aleaciones de aluminio	39	7.385	3.362	2.066	5.364	3.038	21.253
Plástico	14	2.661	1.211	744	1.933	1.095	7.658
Cauchos y elastómeros	5	959	437	268	697	395	2.760
Otros	4	691	315	193	502	284	1.989
	83	15.938	7.256	4.458	11.575	6.556	45.866

La siguiente tabla sintetiza los resultados, incluyendo una estimación del contenido energético de los materiales en cada motocicleta incorporada al sistema en los años de estudio (incluido una estimación para la motocicleta media):

Tabla 96. Contenido energético de las motocicletas en periodo de amortización en España en 2007 y 2012

	Nº MOTOCICLETAS EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN		CONTENIDO ENERGÉTICO MOTOCICLETAS EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN (Tep EP)		CONTENIDO ENERGÉTICO AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
< 75 cc	6.984	4.556	67	83	0,010	0,018
76 - 125 cc	527.989	805.361	10.261	15.938	0,019	0,020
126 - 250 cc	295.945	286.274	7.427	7.256	0,025	0,025
251 - 500 cc	97.059	157.908	2.659	4.458	0,027	0,028
501 - 750 cc	285.123	352.863	9.381	11.575	0,033	0,033
> 750 cc	166.164	232.688	4.577	6.556	0,028	0,028
TOTAL (MOTOCICLETA MEDIA)	1.379.264	1.839.650	34.371	45.866	0,025	0,025

Consumo de energía en los procesos de fabricación

No se dispone de información relativa al promedio de consumo energético por vehículo específico para la fabricación de motocicletas. Si se conoce, sin embargo, este valor aproximado para el caso de la fabricación de turismos, proveniente del estudio del FEDIT sobre el ciclo de vida de los automóviles. En este caso se llegó a la conclusión de que la fabricación de un turismo, cuyo peso promedio se ha estimado en 1.250 kg, consume un promedio de 1,493 MWh/vehículo, repartiéndose en un 65% Gas Natural y un 35% Electricidad.

A partir de esta información se puede extraer el ratio de consumo energético promedio por unidad de masa de 1,1944 kWh/kg. Suponiendo unos rendimientos energéticos similares en la fabricación de turismos y motocicletas, este parámetro permite calcular el consumo energético en los procesos de fabricación de la flota de motocicletas nuevas:

Tabla 97. Consumo energético en los procesos de fabricación de las diferentes categorías de motocicletas (energía final)

	PESO AMORTIZADO POR CICLINDRADA (Kg)		Consumo energético promedio (kWh/kg)	Consumo energético promedio (Tep/t)	CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN (Tep)	
	2007	2012			2007	2012
< 75 cc	36.666	45.394	1,1944	0,1027184	4	5
76 - 125 cc	5.587.884	8.679.393			574	892
126 - 250 cc	4.044.582	3.951.240			415	406
251 - 500 cc	1.447.797	2.427.964			149	249
501 - 750 cc	5.108.448	6.303.536			525	647
> 750 cc	2.492.464	3.569.974			256	367
TOTAL	18.717.841	24.977.500			1.923	2.566

Teniendo en cuenta la distribución entre los tipos de energía consumida en los procesos de fabricación (65% Gas Natural y 35% Electricidad), así como la estructura de producción energética en España en los años a estudio (a través de los correspondientes coeficientes de paso: 1,07 tep EP/tep EF y 2,11 tep EP/tep EF para el Gas Natural y la Electricidad, respectivamente), es posible convertir el consumo energético asociado a los procesos de fabricación en energía primaria:

Tabla 98. Consumo energético en los procesos de fabricación de las diferentes categorías de motocicletas (energía primaria)

	CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN (Tep EP)	
	2007	2012
< 75 cc	6	7
76 - 125 cc	867	1.347
126 - 250 cc	628	613
251 - 500 cc	225	377
501 - 750 cc	793	979
> 750 cc	387	554
TOTAL	2.906	3.878

Este cálculo permite determinar la parte del consumo energético necesario para la fabricación de cada una de las motocicletas analizadas que se amortiza en los años de referencia (también para la motocicleta media):

Tabla 99. Consumo energético en los procesos de fabricación para cada categoría de motocicleta

	Nº MOTOCICLETAS EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN (Tep EP)		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
< 75 cc	6.984	4.556	6	7	0,001	0,002
76 - 125 cc	527.989	805.361	867	1.347	0,002	0,002
126 - 250 cc	295.945	286.274	628	613	0,002	0,002
251 - 500 cc	97.059	157.908	225	377	0,002	0,002
501 - 750 cc	285.123	352.863	793	979	0,003	0,003
> 750 cc	166.164	232.688	387	554	0,002	0,002
TOTAL (MOTOCICLETA MEDIA)	1.379.264	1.839.650	2.906	3.878	0,002	0,002

Consumo de energía en la distribución y venta

Como en el caso de los turismos, se carece de información sobre la eficiencia energética de los concesionarios de venta de vehículos en España, por lo que no es posible realizar una estimación de este cálculo.

No obstante, se entiende que, sin tener en cuenta la energía necesaria para el transporte (lo que supondría una doble contabilidad), esta fase es despreciable en comparación con la de producción de los materiales y fabricación de los vehículos.

Síntesis de resultados

La siguiente tabla sintetiza los resultados del consumo de energía en la fabricación de motocicletas en España, distinguiendo entre las fases de producción de materiales y ensamblado:

Tabla 100. Consumo energético en la fabricación (producción de materiales y ensamblado) de motocicletas en España

	CONTENIDO ENERGÉTICO MOTOCICLETAS EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN (Tep EP)		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN (Tep EP)		TOTAL CONSUMO ENERGÉTICO DE LA FLOTA DE MOTOCICLETAS EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
< 75 cc	67	83	6	7	73	90
76 - 125 cc	10.261	15.938	867	1.347	11.128	17.285
126 - 250 cc	7.427	7.256	628	613	8.055	7.869
251 - 500 cc	2.659	4.458	225	377	2.883	4.835
501 - 750 cc	9.381	11.575	793	979	10.174	12.554
> 750 cc	4.577	6.556	387	554	4.964	7.110
TOTAL	34.371	45.866	2.906	3.878	37.277	49.744

Si se realiza el análisis de forma unitaria, es decir, atendiendo al consumo energético amortizado por cada vehículo promedio, los resultados son:

Tabla 101. Consumo de energía amortizado por cada vehículo en la fabricación de motocicletas en España

	CONTENIDO ENERGÉTICO AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)		TOTAL CONSUMO ENERGÉTICO AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
< 75 cc	0,010	0,018	0,001	0,002	0,010	0,020
76 - 125 cc	0,019	0,020	0,002	0,002	0,021	0,021
126 - 250 cc	0,025	0,025	0,002	0,002	0,027	0,027
251 - 500 cc	0,027	0,028	0,002	0,002	0,030	0,031
501 - 750 cc	0,033	0,033	0,003	0,003	0,036	0,036
> 750 cc	0,028	0,028	0,002	0,002	0,030	0,031
TOTAL (MOTOCICLETA MEDIA)	0,025	0,025	0,002	0,002	0,027	0,027

4.3. Ciclomotores

Contenido energético de los materiales

El cálculo en el caso de los ciclomotores sigue el esquema general empleado en el caso de los turismos y las motocicletas, cuyo punto de partida es el número de matriculaciones, en este caso considerando una vida útil de 10 años, de acuerdo al registro de bajas de la DGT.

Tabla 102. Matriculación de ciclomotores en España (1998-2012)

	Nº de ciclomotores de nueva matriculación
1998	408.386
1999	408.386
2000	874.467
2001	554.537
2002	279.610
2003	175.469
2004	161.573
2005	147.128
2006	150.675
2007	138.295
2008	90.396
2009	47.656
2010	37.238
2011	25.782
2012	20.812
TOTAL	3.520.410

A continuación se determina el peso del ciclomotor tipo, siguiendo una aproximación idéntica a la del caso de las motocicletas, basada en la utilización del modelo más vendido, según las estadísticas de la DGT y ANESDOR. Este peso promedio asciende a 102 kg en 2007 y 88 kg en 2012.

Como en el caso de las motocicletas, se ha estimado el peso de los ciclomotores en el periodo equivalente al ciclo de vida (10 años) inmediatamente anterior a los años 2007 y 2012 suponiendo una evolución homogénea entre los años 2012 y 2007, y considerando el peso de las motocicletas constante en los años anteriores a 2007. Se considera que el error introducido con esta simplificación no es significativo a los efectos del presente trabajo. Con esta información sobre pesos unitarios es posible estimar el peso total de los ciclomotores matriculados, así como la proporción "amortizable" en los años de estudio.

Tabla 103. Peso de la flota de ciclomotores matriculada en el periodo 1998-2007

2007	Todas las cilindradas
PESO TOTAL	403.739.582
"AMORIZACIÓN" 2007	33.644.965

Tabla 104. Peso de la flota de ciclomotores matriculada en el periodo 2003-2012

2012	Todas las cilindradas
PESO TOTAL	120.095.448
"AMORIZACIÓN" 2012	10.007.954

En cuanto a la distribución de materiales, que constituye el siguiente paso en el proceso de cálculo, se ha utilizado la distribución de materiales de la monografía ENERTRANS nº 11⁶² para una motocicleta tipo Scooter:

Tabla 105. Proporción de materiales que componen un ciclomotor medio

Material	Scooter
Acero	59,70%
Aluminio	12,00%
Plásticos	16,00%
Cauchos y gomas	7,20%
Otros	5,10%

Teniendo en cuenta las densidades energéticas de esos materiales, el contenido energético de la fabricación de un ciclomotor queda reflejado en las siguientes tablas para los dos años de referencia:

Tabla 106. Contenido energético de los ciclomotores medios en 2007 (102 kg) y 2012 (88 kg)

Material	Densidad energética (kep/kg)	Contenido energético en materiales de un ciclomotor medio (kep EP) 2007	Contenido energético en materiales de un ciclomotor medio (kep EP) 2012
Acero	0,85	51,8	44,7
Aluminio	4,75	58,1	50,2
Plásticos	2,28	37,2	32,1
Cauchos y gomas	1,69	12,4	10,7
Otros	1,75	9,1	7,9
Total		168,6	145,5

Una vez conocida la distribución de materiales presente en los ciclomotores, a partir de la densidad energética de los materiales empleados, se puede determinar el contenido energético de los ciclomotores dentro del periodo de amortización correspondiente a los años de estudio. El siguiente cuadro sintetiza los resultados de este cálculo:

Tabla 107. Contenido energético y de materiales de los ciclomotores en periodo de amortización en España en 2007

2007	(%)	MATERIALES POR VEHÍCULO (Kg)	Densidad energética (Tep EP/t)	CONTENIDO ENERGÉTICO (Tep EP)
Aceros	59,70%	20.086.044	0,85	17.054
Aleaciones de aluminio	12,00%	4.037.396	4,75	19.192
Plástico	16,00%	5.383.194	2,28	12.271
Cauchos y elastómeros	7,20%	2.422.437	1,69	4.087
Otros	5,10%	1.715.893	1,75	3.004
				55.608

⁶² "Consumo de energía y emisiones asociadas a la construcción y mantenimiento de vehículos". J.M. López, J. Sánchez y A. Mora. 2009.

Tabla 108. Contenido energético y de materiales de los ciclomotores en periodo de amortización en España en 2012

2012	(%)	MATERIALES POR VEHÍCULO (Kg)	Densidad energética (Tep EP/t)	CONTENIDO ENERGÉTICO (Tep EP)
Aceros	59,70%	5.974.749	0,85	5.073
Aleaciones de aluminio	12,00%	1.200.954	4,75	5.709
Plástico	16,00%	1.601.273	2,28	3.650
Cauchos y elastómeros	7,20%	720.573	1,69	1.216
Otros	5,10%	510.406	1,75	893
				16.541

El siguiente cuadro sintetiza los resultados, incluyendo una estimación del contenido energético de los materiales contenido en cada ciclomotor incorporado al sistema en los años de estudio:

Tabla 109. Contenido energético de los ciclomotores en periodo de amortización en España en 2007 y 2012

	Nº CICLOMOTORES EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN		CONTENIDO ENERGÉTICO CICLOMOTORES EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN (Tep EP)		CONTENIDO ENERGÉTICO AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
CILOMOTORES	3.298.526	995.024	55.608	16.541	0,017	0,017

Consumo de energía en los procesos de producción

A falta de información específica sobre el sector de los ciclomotores, se utiliza el valor del estudio del FEDIT sobre el ciclo de vida de los turismos, equivalente a 1,1944 kWh/kg, repartiéndose en un 65% Gas Natural y un 35% Electricidad. Suponiendo unos rendimientos energéticos similares en la fabricación de turismos y ciclomotores, este parámetro permite calcular el consumo energético en los procesos de fabricación de la flota de ciclomotores nuevos:

Tabla 110. Consumo energético en los procesos de fabricación de ciclomotores (energía final)

	PESO AMORTIZADO (Kg)		Consumo energético promedio (kWh/kg)	Consumo energético promedio (Tep/t)	CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN (Tep)	
	2007	2012			2007	2012
CICLOMOTORES	33.644.965	10.007.954	1,1944	0,1027184	3.456	1.028

Teniendo en cuenta la distribución entre los tipos de energía consumida en los procesos de fabricación (65% Gas Natural y 35% Electricidad), así como la estructura de producción energética en España en los años a estudio (a través de los correspondientes coeficientes de paso: 1,07 tep EP/tep EF y 2,11 tep EP/tep EF para el Gas Natural y la Electricidad, respectivamente), es posible convertir el consumo energético asociado a los procesos de fabricación en energía primaria:

Tabla 111. Consumo energético en los procesos de fabricación de ciclomotores (energía primaria)

	CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN (Tep EP)	
	2007	2012
CICLOMOTORES	5.223	1.554

Este cálculo permite determinar la parte del consumo energético necesario para la fabricación de cada uno de los ciclomotores analizados que se amortiza en los años de referencia:

Tabla 112. Consumo energético en los procesos de fabricación para cada ciclomotor

Nº CICLOMOTORES EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN (Tep EP)		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)	
2007	2012	2007	2012	2007	2012
3.298.526	995.024	5.223	1.554	0,002	0,002

Consumo de energía en la distribución y venta

Se carece de información sobre la eficiencia energética de los concesionarios de venta de vehículos en España, por lo que no es posible realizar una estimación de este cálculo.

No obstante, se entiende que, sin tener en cuenta la energía necesaria para el transporte (lo que supondría una doble contabilidad), esta fase es despreciable en comparación con la de producción de los materiales y fabricación de los vehículos.

Síntesis de resultados

La siguiente tabla sintetiza los resultados del consumo de energía en la fabricación de ciclomotores en España, distinguiendo entre las fases de producción de materiales y ensamblado:

Tabla 113. Consumo energético en la fabricación (producción de materiales y ensamblado) de ciclomotores en España

	CONTENIDO ENERGÉTICO CICLOMOTORES EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN (Tep EP)		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN (Tep EP)		TOTAL CONSUMO ENERGÉTICO DE LA FLOTA DE CICLOMOTORES EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
CICLOMOTORES	55.608	16.541	5.223	1.554	60.832	18.095

Si se realiza el análisis de forma unitaria, es decir, atendiendo al consumo energético amortizado por cada vehículo promedio, los resultados son:

Tabla 114. Consumo de energía amortizado por cada vehículo en la fabricación de ciclomotores en España

	CONTENIDO ENERGÉTICO AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)		TOTAL CONSUMO ENERGÉTICO AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
CICLOMOTORES	0,017	0,017	0,002	0,002	0,018	0,018

4.4. Bicicletas

La proporción de materiales que componen una bicicleta se considera que no difiere mucho, a efectos del presente trabajo, de los incorporados al ciclomotor "scooter" del apartado anterior. De ese modo, estimando que el peso medio de una bicicleta es 13 kg se obtienen los siguientes contenidos energéticos de los materiales que la componen.

Tabla 115. Contenido energético en materiales de una bicicleta media

Material	Densidad energética (kep/kg)	Proporción de materiales que componen una bicicleta	Peso de los materiales	Contenido energético en materiales de una bicicleta media (kep EP)
Acero	0,85	59,70%	7,761	6,6
Aluminio	4,75	12,00%	1,56	7,4
Plásticos	2,28	16,00%	2,08	4,7
Cauchos y gomas	1,69	7,20%	0,936	1,6
Otros	1,75	5,10%	0,663	1,2
Total			13	21,5

Teniendo en cuenta el periodo de vida útil de 10 años estimado para las bicicletas y el nivel de ventas de este tipo de vehículos en los periodos de amortización de la energía de fabricación correspondiente a los años a estudio, es posible estimar el coste de fabricación de la flota de bicicletas nuevas en los años 2007 y 2012. Para ellos se ha realizado la simplificación de considerar que todo el consumo energético se corresponde con la fase de producción de los materiales, al entender que el ensamblaje de este tipo de vehículos es notablemente inferior en términos de energía al de los vehículos motorizados, en los que esta fase apenas representa el 10% del consumo energético de fabricación total.

Así pues, el consumo energético asociado a la fabricación de bicicletas en relación al denominado "parque vivo", es decir, el parque que se considera utilizable en la actualidad y que se corresponde con las incorporaciones de vehículos realizadas en los nueve años previos y el de referencia:

Tabla 116. Consumo energético de fabricación de bicicletas en España

	Parque vivo de bicicletas	Nº bicicletas en amortización del consumo energético de fabricación	Contenido energético en materiales de la flota de bicicletas en periodo de amortización (tep EP)
2007	9.002.569	900.257	19.348
2012	12.599.016	1.259.902	27.077

4.5. Autobuses

Contenido energético de los materiales

En el caso de los autobuses, las estadísticas del Observatorio de costes del transporte de viajeros en autocar determinan la vida útil en 10 años. Considerando este periodo de vida útil, las matriculaciones de autobuses en el periodo de interés para el presente trabajo son:

Tabla 117. Número de autobuses matriculados en España cada año (1998-2012)

	De 10 a 20 plazas	De 21 a 35 plazas	De 36 a 50 plazas	Más de 50 plazas	TOTAL
1998	595	924	455	1.684	3.657
1999	631	979	482	1.785	3.877
2000	547	850	418	1.549	3.365
2001	570	885	435	1.613	3.503
2002	512	795	391	1.448	3.145
2003	393	636	344	1.917	3.290
2004	418	732	325	2.184	3.659
2005	679	1.055	519	1.922	4.175
2006	626	972	478	1.771	3.847
2007	620	1.184	605	1.807	4.216
2008	844	1.088	496	1.441	3.869
2009	670	863	376	1.058	2.967
2010	414	691	365	1.123	2.593
2011	462	762	414	1.221	2.859
2012	284	418	211	864	1.777
TOTAL	8.265	12.834	6.314	23.386	50.799

A continuación se determina el peso promedio de cada una de las tipologías incluidas en el análisis. Para ello se ha seguido el siguiente proceso simplificado:

- Se ha consultado cuál ha sido la marca más vendida en cada uno de los segmentos en que se clasifican los autobuses (de acuerdo a los datos de matriculación de la DGT)
- Se ha consultado la información de los fabricantes en cuestión para seleccionar un modelo representativo del segmento correspondiente
- Se ha consultado la información de los fabricantes para determinar el peso del modelo seleccionado en cada caso

Los siguientes cuadros sintetizan los resultados de este proceso:

Tabla 118. Aproximación al peso promedio de cada categoría de autobús (2007)

Segmento	Marca	Modelo	Peso (kg)
10-20 plazas	RENAULT	Master Minibus	2493
21-35 plazas	IVECO	Citelis 12m	12080
36-50 plazas	MAN	Lion's Coach	13950
Más de 50 plazas	VOLVO	9900 13,4m	15740

Tabla 119. Aproximación al peso promedio de cada categoría de autobús (2012)

Segmento	Marca	Modelo	Peso (kg)
10-20 plazas	RENAULT	Master Minibus	2493
21-35 plazas	IRISBUS	Citelis 12m	12080
36-50 plazas	MERCEDES-BENZ	Citaro L	13800
Más de 50 plazas	MAN	Lion's Regio L	15750

A partir de las cifras sobre el número de matriculaciones de cada segmento en los años correspondientes, es posible determinar el peso de los autobuses incorporados a la flota de vehículos española en 2007 y 2012:

Tabla 120. Aproximación al peso del autobús promedio de nueva matriculación en España en 2007

	De 10 a 20 plazas	De 21 a 35 plazas	De 36 a 50 plazas	Más de 50 plazas	TOTAL
Nº MATRICULADOS	620	1.184	605	1.807	4.216
PESO PROMEDIO	2.493	12.080	13.950	15.740	12.507

Tabla 121. Aproximación al peso del autobús promedio de nueva matriculación en España en 2012

	De 10 a 20 plazas	De 21 a 35 plazas	De 36 a 50 plazas	Más de 50 plazas	TOTAL
Nº MATRICULADOS	284	418	211	864	1.777
PESO PROMEDIO	2.493	12.080	13.800	15.750	12.536

Al carecer de información sobre la evolución en el peso del sector, se ha estimado el peso de los autobuses en el periodo equivalente al ciclo de vida (15 años) inmediatamente anterior a los años 2007 y 2012 a partir de los valores aproximados para los años de referencia, suponiendo una evolución homogénea entre los años 2012 y 2007, y considerando el peso de los vehículos constante en los años anteriores a 2007. Se considera que el error introducido con esta simplificación no es significativo a los efectos del presente trabajo.

Una vez conocido el peso unitario de los autobuses matriculados en España, se estima el peso total de los autobuses matriculados dentro de cada categoría, así como la proporción "amortizable" en los años de estudio.

Tabla 122. Peso de la flota de autobuses matriculada en el periodo 1993-2007

2007	De 10 a 20 plazas	De 21 a 35 plazas	De 36 a 50 plazas	Más de 50 plazas	Todas las categorías
PESO TOTAL	11.151.002	87.088.523	49.685.843	222.614.769	370.540.138
"AMORIZACIÓN" 2007	929.250	7.257.377	4.140.487	18.551.231	30.878.345

Tabla 123. Peso de la flota de autobuses matriculada en el periodo 1998-2012

2012	De 10 a 20 plazas	De 21 a 35 plazas	De 36 a 50 plazas	Más de 50 plazas	Todas las categorías
PESO TOTAL	10.790.112	81.183.824	46.004.170	192.784.713	330.762.819
"AMORIZACIÓN" 2012	899.176	6.765.319	3.833.681	16.065.393	27.563.568

La distribución de materiales para el autobús medio se ha obtenido de la monografía ENERTRANS n° 11⁶³ para un autobús promedio:

Tabla 124. Composición de materiales de un autobús promedio (% del peso total)

COMPOSICIÓN AUTOBUS MEDIO	
Acero	70,9%
Aluminio	7,5%
Cobre	0,2%
Plásticos	4,7%
Caucho	0,6%
Vidrio	4,2%
Fluidos	0,5%
Pinturas	1,4%
Otros	10,0%

Una vez conocida la distribución de materiales presente en los autobuses, a partir de la densidad energética de los materiales empleados, se puede determinar el contenido energético de los autobuses producidos en los años de estudio.

El siguiente cuadro sintetiza los resultados para un autobús promedio:

Tabla 125. Contenido energético de los autobuses medios en 2007 (12.507 kg) y 2012 (12.536 kg)

	Materiales promedio (%)	Densidad energética (kep EP/kg)	Contenido energético en materiales de un autobús medio (kep EP) 2007	Contenido energético en materiales de un autobús medio (kep EP) 2012
Acero	70,90%	0,85	7.537	7.555
Aluminio	7,50%	4,75	4.456	4.466
Cobre	0,20%	1,55	39	39
Plásticos	4,70%	2,28	1.340	1.343
Caucho	0,60%	1,69	127	127
Vidrio	4,20%	1,75	919	921
Fluidos	0,50%	0,67	42	42
Pinturas	1,40%	0,99	173	174
Otros	10,00%	1,75	2.189	2.194
Total			16.822	16.861

Mientras que los resultados para el conjunto de la flota de autobuses en periodo de amortización se presenta en los siguientes cuadros:

⁶³ “Consumo de energía y emisiones asociadas a la construcción y mantenimiento de vehículos”. J.M. López, J. Sánchez y A. Mora. 2009.

Tabla 126. Materiales incorporados en los autobuses en periodo de amortización en España en 2007

2007	(%)	MATERIALES POR VEHÍCULO SEGÚN SEGMENTO (Kg)					Densidad energética (Tep EP/t)
		10-20 plazas	21-35 plazas	36-50 plazas	Más de 50 plazas	TOTAL	
Aceros	70,90%	658.838	5.145.480	2.935.605	13.152.823	21.892.746	0,85
Aleaciones de aluminio	7,50%	69.694	544.303	310.537	1.391.342	2.315.876	4,75
Cobre	0,20%	1.859	14.515	8.281	37.102	61.757	1,55
Plásticos	4,70%	43.675	341.097	194.603	871.908	1.451.282	2,28
Cauchos	0,60%	5.576	43.544	24.843	111.307	185.270	1,69
Pinturas, sellantes y protecciones	1,40%	13.010	101.603	57.967	259.717	432.297	1,75
Vidrios	4,20%	39.029	304.810	173.900	779.152	1.296.890	0,67
Fluidos	0,50%	4.646	36.287	20.702	92.756	154.392	0,99
Otros	10,00%	92.925	725.738	414.049	1.855.123	3.087.834	1,75

Tabla 127. Contenido energético de los autobuses en periodo de amortización en España en 2007

2007	CONTENIDO ENERGÉTICO POR VEHÍCULO SEGÚN SEGMENTO (Tep EP)				
	10-20 plazas	21-35 plazas	36-50 plazas	Más de 50 plazas	TOTAL
Aceros	559	4.369	2.492	11.167	18.588
Aleaciones de aluminio	331	2.587	1.476	6.614	11.009
Cobre	3	22	13	57	96
Plásticos	100	778	444	1.988	3.308
Cauchos	9	73	42	188	313
Pinturas, sellantes y protecciones	23	178	101	455	757
Vidrios	26	204	116	521	868
Fluidos	5	36	21	92	154
Otros	163	1.270	725	3.247	5.405
	1.219	9.518	5.430	24.330	40.497

Tabla 128. Materiales incorporados en los autobuses en periodo de amortización en España en 2012

2012	(%)	MATERIALES POR VEHÍCULO SEGÚN SEGMENTO (Kg)					Densidad energética (Tep EP/t)
		10-20 plazas	21-35 plazas	36-50 plazas	Más de 50 plazas	TOTAL	
Aceros	70,90%	637.516	4.796.611	2.718.080	11.390.363	19.542.570	0,85
Aleaciones de aluminio	7,50%	67.438	507.399	287.526	1.204.904	2.067.268	4,75
Cobre	0,20%	1.798	13.531	7.667	32.131	55.127	1,55
Plásticos	4,70%	42.261	317.970	180.183	755.073	1.295.488	2,28
Cauchos	0,60%	5.395	40.592	23.002	96.392	165.381	1,69
Pinturas, sellantes y protecciones	1,40%	12.588	94.714	53.672	224.915	385.890	1,75
Vidrios	4,20%	37.765	284.143	161.015	674.746	1.157.670	0,67
Fluidos	0,50%	4.496	33.827	19.168	80.327	137.818	0,99
Otros	10,00%	89.918	676.532	383.368	1.606.539	2.756.357	1,75

Tabla 129. Contenido energético de los autobuses en periodo de amortización en España en 2012

2012	CONTENIDO ENERGÉTICO POR VEHÍCULO SEGÚN SEGMENTO (Tep EP)				
	10-20 plazas	21-35 plazas	36-50 plazas	Más de 50 plazas	TOTAL
Aceros	541	4.073	2.308	9.671	16.593
Aleaciones de aluminio	321	2.412	1.367	5.728	9.827
Cobre	3	21	12	50	85
Plásticos	96	725	411	1.721	2.953
Cauchos	9	68	39	163	279
Pinturas, sellantes y protecciones	22	166	94	394	675
Vidrios	25	190	108	451	775
Fluidos	4	34	19	80	137
Otros	157	1.184	671	2.812	4.825
	1.179	8.873	5.028	21.070	36.149

El siguiente cuadro sintetiza los resultados, incluyendo una estimación del contenido energético de los materiales contenido en cada autobús incorporado al sistema en los años de estudio (incluido una estimación para el autobús medio):

Tabla 130. Contenido energético de los autobuses en periodo de amortización en España en 2007 y 2012

	Nº AUTOBUSES EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN		CONTENIDO ENERGÉTICO AUTOBUSES EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN (Tep EP)		CONTENIDO ENERGÉTICO AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
10-20 plazas	5.591	5.410	1.219	1.179	0,218	0,218
21-35 plazas	9.012	8.401	9.518	8.873	1,056	1,056
36-50 plazas	4.452	4.133	5.430	5.028	1,220	1,216
Más de 50 plazas	17.679	15.308	24.330	21.070	1,376	1,376
TOTAL (AUTOBÚS MEDIO)	36.734	33.252	40.497	36.149	1,102	1,087

Consumo de energía en los procesos de producción

A falta de información específica sobre el sector de los autobuses, se utiliza el valor del estudio del FEDIT sobre el ciclo de vida de los turismos, equivalente a 1,1944 kWh/kg, repartiéndose en un 65% Gas Natural y un 35% Electricidad. Suponiendo unos rendimientos energéticos similares en la fabricación de turismos y autobuses, este parámetro permite calcular el consumo energético en los procesos de fabricación de la flota de autobuses nuevos:

Tabla 131. Consumo energético en fabricación de las diferentes categorías de autobuses (energía final)

	PESO AMORTIZADO POR SEGMENTO (Kg)		Consumo energético promedio (kWh/kg)	Consumo energético promedio (Tep/t)	CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN (Tep)	
	2007	2012			2007	2012
10-20 plazas	929.250	899.176	1,1944	0,1027184	95	92
21-35 plazas	7.257.377	6.765.319			745	695
36-50 plazas	4.140.487	3.833.681			425	394
Más de 50 plazas	18.551.231	16.065.393			1.906	1.650
TOTAL	30.878.345	27.563.568			3.172	2.831

Teniendo en cuenta la distribución entre los tipos de energía consumida en los procesos de fabricación (65% Gas Natural y 35% Electricidad), así como la estructura de producción energética en España en los años a estudio (a través de los correspondientes coeficientes de paso: 1,07 tep EP/tep EF y 2,11 tep EP/tep EF para el Gas Natural y la Electricidad, respectivamente), es posible convertir el consumo energético asociado a los procesos de fabricación en energía primaria:

Tabla 132. Consumo energético en fabricación de las diferentes categorías de autobuses (energía primaria)

	2007	2012
< 1.199 cc	144	140
1.200-1.599 cc	1.127	1.050
1.600-1.999 cc	643	595
>2.000 cc	2.880	2.494
TOTAL	4.794	4.279

Este cálculo permite determinar la parte del consumo energético necesario para la fabricación de cada uno de los autobuses analizados que se amortiza en los años de referencia (también para el autobús medio):

Tabla 133. Consumo energético en los procesos de fabricación para cada categoría de autobús

	Nº AUTOBUSES EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN (Tep EP)		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
10-20 plazas	5.591	5.410	144	140	0,026	0,026
21-35 plazas	9.012	8.401	1.127	1.050	0,125	0,125
36-50 plazas	4.452	4.133	643	595	0,144	0,144
Más de 50 plazas	17.679	15.308	2.880	2.494	0,163	0,163
TOTAL (AUTOBUS MEDIO)	36.734	33.252	4.794	4.279	0,130	0,129

Consumo de energía en la distribución y venta

El modelo de ventas de autobuses difiere notablemente del de turismos o motocicletas, ya que no se basa en la existencia de concesionarios donde el potencial cliente acude a informarse y formalizar la compra. En este sentido, se puede considerar que para este sector en concreto no es posible asociar a la estructura de ventas un consumo energético específico.

Síntesis de resultados

La siguiente tabla sintetiza los resultados del consumo de energía en la fabricación de autobuses en España, distinguiendo entre las fases de producción de materiales y ensamblado:

Tabla 134. Consumo energético en la fabricación (producción de materiales y ensamblado) de autobuses en España

	CONTENIDO ENERGÉTICO AUTOBUSES EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN (Tep EP)		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN (Tep EP)		TOTAL CONSUMO ENERGÉTICO DE LA FLOTA DE AUTOBUSES EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
10-20 plazas	1.219	1.179	144	140	1.363	1.319
21-35 plazas	9.518	8.873	1.127	1.050	10.645	9.923
36-50 plazas	5.430	5.028	643	595	6.073	5.623
Más de 50 plazas	24.330	21.070	2.880	2.494	27.210	23.564
TOTAL	40.497	36.149	4.794	4.279	45.290	40.428

Si se realiza el análisis de forma unitaria, es decir, atendiendo al consumo energético amortizado por cada vehículo promedio, los resultados son:

Tabla 135. Consumo de energía amortizado por cada vehículo en la fabricación de autobuses en España

	CONTENIDO ENERGÉTICO AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)		TOTAL CONSUMO ENERGÉTICO AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
10-20 plazas	0,218	0,218	0,026	0,026	0,244	0,244
21-35 plazas	1,056	1,056	0,125	0,125	1,181	1,181
36-50 plazas	1,220	1,216	0,144	0,144	1,364	1,360
Más de 50 plazas	1,376	1,376	0,163	0,163	1,539	1,539
TOTAL	1,102	1,087	0,130	0,129	1,233	1,216

4.6. Furgonetas

Contenido energético de los materiales

De acuerdo con el Observatorio de Costes del Transporte de Mercancías por Carretera, la vida útil de las furgonetas en España es de 8 años. Considerando este periodo de vida útil, las matriculaciones de furgonetas en el periodo de interés para el presente trabajo son:

Tabla 136. Matriculación de furgonetas en España (2000-2012)

Nº de furgonetas matriculadas cada año					
	Hasta 499 Kg.	De 500 Kg. a 749 Kg.	De 750 Kg. a 999 Kg.	Más de 1.000 Kg.	TOTAL
2000	27.592	152.625	53.133	51.050	284.400
2001	24.620	145.079	48.316	48.679	266.694
2002	25.143	136.595	43.618	47.751	253.107
2003	32.061	148.470	46.429	58.851	285.811
2004	36.250	162.649	55.743	67.953	322.595
2005	34.238	197.862	64.264	72.082	368.446
2006	34.070	205.981	66.004	68.646	374.701
2007	46.966	177.012	75.389	73.505	372.872
2008	29.769	90.542	42.214	41.985	204.510
2009	18.455	63.743	23.825	23.362	129.385
2010	14.046	72.058	27.314	24.093	137.511
2011	8.165	67.798	27.004	23.358	126.325
2012	5.453	48.849	19.529	19.888	93.719
TOTAL	336.828	1.669.263	592.782	621.203	3.220.076

La determinación del peso promedio de cada una de las tipologías de furgoneta incluidas en el análisis se realiza de acuerdo con el siguiente proceso simplificado:

- Se ha consultado cuál ha sido la marca más vendida en cada uno de los segmentos en que se clasifican las furgonetas (de acuerdo a los datos de matriculación de la DGT)
- Se ha consultado la información de los fabricantes para seleccionar un modelo representativo del segmento correspondiente
- Se ha consultado la información de los fabricantes para determinar el peso del modelo seleccionado en cada caso

Los siguientes cuadros sintetizan los resultados de este proceso:

Tabla 137. Aproximación al peso promedio de cada categoría de furgoneta (2007)

Segmento	Marca	Modelo	Peso (kg)
Hasta 499 Kg.	FORD	Tourneo Connect	1643
De 500 Kg. a 749 Kg.	CITROEN	Berlingo Furgon	1310
De 750 Kg. a 999 Kg.	MERCEDES-BENZ	Vito Furgon	1800
Más de 1.000 Kg.	RENAULT	Traffic Furgon	1785

Tabla 138. Aproximación al peso promedio de cada categoría de furgoneta (2012)

Segmento	Marca	Modelo	Peso (kg)
Hasta 499 Kg.	RENAULT	Kangoo Compact	1275
De 500 Kg. a 749 Kg.	CITROEN	Berlingo Furgon	1310
De 750 Kg. a 999 Kg.	VOLKSWAGEN	Caddy Kombi	1485
Más de 1.000 Kg.	RENAULT	Traffic Furgon	1785

Utilizando esta información para ponderar las cifras sobre el número de matriculaciones de cada segmento en los años correspondientes, es posible determinar el peso de la furgoneta promedio incorporada a la flota de vehículos española en 2007 y 2012:

Tabla 139. Aproximación al peso de la furgoneta promedio de nueva matriculación en España en 2007

	Hasta 499 Kg.	De 500 Kg. a 749 Kg.	De 750 Kg. a 999 Kg.	Más de 1.000 Kg.	TOTAL
Nº MATRICULADOS	46.966	177.012	75.389	73.505	372.872
PESO PROMEDIO	1.643	1.310	1.800	1.785	1.545

Tabla 140. Aproximación al peso de la furgoneta promedio de nueva matriculación en España en 2012

	Hasta 499 Kg.	De 500 Kg. a 749 Kg.	De 750 Kg. a 999 Kg.	Más de 1.000 Kg.	TOTAL
Nº MATRICULADOS	5.453	48.849	19.529	19.888	93.719
PESO PROMEDIO	1.275	1.310	1.485	1.785	1.445

A falta de más información al respecto, se ha estimado el peso de las furgonetas en el periodo equivalente al ciclo de vida (8 años) inmediatamente anterior a los años 2007 y 2012 a partir de los valores aproximados para los años de referencia, suponiendo una evolución homogénea entre los años 2012 y 2007, y considerando el peso de las motocicletas constante en los años anteriores a 2007. Se considera que el error introducido con esta simplificación no es significativo a los efectos del presente trabajo.

Una vez conocido el peso unitario de las furgonetas matriculadas en España, se estima el peso total de las furgonetas matriculadas dentro de cada categoría, así como la proporción "amortizable" en los años de estudio.

Tabla 141. Peso de la flota de furgonetas matriculada en el periodo 2000-2007

2007	Hasta 499 Kg.	De 500 Kg. a 749 Kg.	De 750 Kg. a 999 Kg.	Más de 1.000 Kg.	Todas las categorías
PESO TOTAL	395.745.618	1.603.770.120	752.504.123	804.925.703	3.556.945.565
"AMORIZACIÓN" 2007	32.978.802	133.647.510	62.708.677	67.077.142	296.412.130

Tabla 142. Peso de la flota de furgonetas matriculada en el periodo 2005-2012

2012	Hasta 499 Kg.	De 500 Kg. a 749 Kg.	De 750 Kg. a 999 Kg.	Más de 1.000 Kg.	Todas las categorías
PESO TOTAL	278.455.158	1.117.141.800	552.181.827	571.615.768	2.519.394.553
"AMORIZACIÓN" 2012	23.204.597	93.095.150	46.015.152	47.634.647	209.949.546

La distribución de materiales para la furgoneta promedio se ha obtenido de la monografía ENERTRANS nº 11⁶⁴, siendo como sigue:

⁶⁴ "Consumo de energía y emisiones asociadas a la construcción y mantenimiento de vehículos". J.M. López, J. Sánchez y A. Mora. 2009.

Tabla 143. Composición de materiales de una furgoneta promedio (% del peso total)

COMPOSICIÓN FURGONETA MEDIA	
Acero	75,50%
Aluminio	5,45%
Cobre	1,48%
Plomo	0,81%
Plásticos	5,00%
Cauchos	8,17%
Líquidos	0,96%
Vidrio	0,62%
Otros materiales	1,94%

Conocida la distribución de materiales presente en las furgonetas, a partir de su densidad energética se puede determinar el contenido energético de las furgonetas matriculadas en los años de estudio.

El siguiente cuadro sintetiza los resultados para una furgoneta promedio:

Tabla 144. Contenido energético de de las furgonetas tipo en 2007 (1.545 kg) y 2012 (1.445 kg)

	Materiales promedio (%)	Densidad energética (kep EP/kg)	Contenido energético en materiales de una furgoneta media (kep EP) 2007	Contenido energético en materiales de una furgoneta media (kep EP) 2012
Acero	75,50%	0,85	992	927
Aluminio	5,45%	4,75	400	374
Cobre	1,48%	1,55	35	33
Plomo	0,81%	0,63	8	7
Plásticos	5,00%	2,28	176	165
Cauchos	8,17%	1,69	213	200
Líquidos	0,96%	0,99	15	14
Vidrio	0,62%	0,67	6	6
Otros materiales	1,94%	1,75	52	49
Total			1.898	1.775

Mientras que los resultados para el conjunto de la flota de furgonetas se presenta en las siguientes tablas:

Tabla 145. Materiales incorporados en las furgonetas en periodo de amortización en España en 2007

2007	%	MATERIALES SEGÚN SEGMENTO (Kg)					Densidad energética (Tep EP/t)
		Hasta 499 Kg.	De 500 Kg. a 749 Kg.	De 750 Kg. a 999 Kg.	Más de 1.000 Kg.	TOTAL	
Acero	75,50%	24.898.995	100.903.870	47.345.051	50.643.242	223.791.158	0,85
Aluminio	5,45%	1.797.345	7.283.789	3.417.623	3.655.704	16.154.461	4,75
Cobre	1,48%	488.086	1.977.983	928.088	992.742	4.386.900	1,55
Plomo	0,81%	267.128	1.082.545	507.940	543.325	2.400.938	0,63
Plásticos	5,00%	1.648.940	6.682.376	3.135.434	3.353.857	14.820.607	2,28
Cauchos	8,17%	2.694.368	10.919.002	5.123.299	5.480.202	24.216.871	1,69
Líquidos	0,96%	316.596	1.283.016	602.003	643.941	2.845.556	0,99
Vidrio	0,62%	204.469	828.615	388.794	415.878	1.837.755	0,67
Otros materiales	1,94%	639.789	2.592.762	1.216.548	1.301.297	5.750.395	1,75

Tabla 146. Contenido energético de las furgonetas en periodo de amortización en España en 2007

2007	CONTENIDO ENERGÉTICO SEGÚN SEGMENTO (Tep EP)				
	Hasta 499 Kg.	De 500 Kg. a 749 Kg.	De 750 Kg. a 999 Kg.	Más de 1.000 Kg.	TOTAL
Acero	21.141	85.673	40.198	42.999	190.010
Aluminio	8.544	34.625	16.246	17.378	76.793
Cobre	756	3.065	1.438	1.538	6.797
Plomo	168	682	320	342	1.513
Plásticos	3.759	15.233	7.147	7.645	33.785
Cauchos	4.546	18.422	8.644	9.246	40.857
Líquidos	315	1.276	599	640	2.830
Vidrio	137	554	260	278	1.230
Otros materiales	1.120	4.538	2.129	2.278	10.066
	40.485	164.068	76.982	82.345	363.880

Tabla 147. Materiales incorporados en las furgonetas en periodo de amortización en España en 2012

2012	%	MATERIALES SEGÚN SEGMENTO (Kg)					Densidad energética (Tep EP/t)
		Hasta 499 Kg.	De 500 Kg. a 749 Kg.	De 750 Kg. a 999 Kg.	Más de 1.000 Kg.	TOTAL	
Acero	75,50%	17.519.470	70.286.838	34.741.440	35.964.159	158.511.907	0,85
Aluminio	5,45%	1.264.651	5.073.686	2.507.826	2.596.088	11.442.250	4,75
Cobre	1,48%	343.428	1.377.808	681.024	704.993	3.107.253	1,55
Plomo	0,81%	187.957	754.071	372.723	385.841	1.700.591	0,63
Plásticos	5,00%	1.160.230	4.654.758	2.300.758	2.381.732	10.497.477	2,28
Cauchos	8,17%	1.895.816	7.605.874	3.759.438	3.891.751	17.152.878	1,69
Líquidos	0,96%	222.764	893.713	441.745	457.293	2.015.516	0,99
Vidrio	0,62%	143.868	577.190	285.294	295.335	1.301.687	0,67
Otros materiales	1,94%	450.169	1.806.046	892.694	924.112	4.073.021	1,75

Tabla 148. Contenido energético de las furgonetas en periodo de amortización en España en 2012

2012	CONTENIDO ENERGÉTICO SEGÚN SEGMENTO (Tep EP)				
	Hasta 499 Kg.	De 500 Kg. a 749 Kg.	De 750 Kg. a 999 Kg.	Más de 1.000 Kg.	TOTAL
Acero	14.875	59.677	29.497	30.535	134.585
Aluminio	6.012	24.119	11.921	12.341	54.393
Cobre	532	2.135	1.055	1.092	4.814
Plomo	118	475	235	243	1.071
Plásticos	2.645	10.611	5.245	5.429	23.930
Cauchos	3.198	12.832	6.343	6.566	28.939
Líquidos	222	889	439	455	2.005
Vidrio	96	386	191	198	871
Otros materiales	788	3.161	1.563	1.618	7.130
	28.486	114.285	56.489	58.477	257.737

El siguiente cuadro sintetiza los resultados, incluyendo una estimación del contenido energético de los materiales contenido en cada furgoneta incorporada al sistema en los años de estudio (incluido una estimación para la furgoneta media):

Tabla 149. Contenido energético de las furgonetas en periodo de amortización en España en 2007 y 2012

	Nº FURGONETAS EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN		CONTENIDO ENERGÉTICO FURGONETAS EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN (Tep EP)		CONTENIDO ENERGÉTICO AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
Hasta 499 Kg.	260.940	191.162	40.485	28.486	0,155	0,149
De 500 Kg. a 749 Kg.	1.326.273	923.845	164.068	114.285	0,124	0,124
De 750 Kg. a 999 Kg.	452.896	345.543	76.982	56.489	0,170	0,163
Más de 1.000 Kg.	488.517	346.919	82.345	58.477	0,169	0,169
TOTAL (FURGONETA MEDIA)	2.528.626	1.807.469	363.880	257.737	0,144	0,143

Consumo de energía en los procesos de producción

Se suponen rendimientos energéticos similares en la fabricación de turismos y furgonetas, por lo que los cálculos de esta componente se realizan con el valor del estudio del FEDIT sobre el ciclo de vida de los turismos, equivalente a 1,1944 kWh/kg, repartiéndose en un 65% Gas Natural y un 35% Electricidad.

Tabla 150. Consumo energético en fabricación de las diferentes categorías de furgonetas (energía final)

	PESO AMORTIZADO POR SEGMENTO (Kg)		Consumo energético promedio (kWh/kg)	Consumo energético promedio (Tep/t)	CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN (Tep)	
	2007	2012			2007	2012
Hasta 499 Kg.	32.978.802	23.204.597	1,1944	0,1027184	3.388	2.384
De 500 Kg. a 749 Kg.	133.647.510	93.095.150			13.728	9.563
De 750 Kg. a 999 Kg.	62.708.677	46.015.152			6.441	4.727
Más de 1.000 Kg.	67.077.142	47.634.647			6.890	4.893
TOTAL	296.412.130	209.949.546			30.447	21.566

Teniendo en cuenta la distribución entre los tipos de energía consumida en los procesos de fabricación (65% Gas Natural y 35% Electricidad), así como la estructura de producción energética en España en los años a estudio (a través de los correspondientes coeficientes de paso: 1,07 tep EP/tep EF y 2,11 tep EP/tep EF para el Gas Natural y la Electricidad, respectivamente), es posible convertir el consumo energético asociado a los procesos de fabricación en energía primaria:

Tabla 151. Consumo energético en fabricación de las diferentes categorías de furgonetas (Tep de energía primaria)

	2007	2012
< 1.199 cc	5.120	3.602
1.200-1.599 cc	20.748	14.452
1.600-1.999 cc	9.735	7.144
>2.000 cc	10.413	7.395
TOTAL	46.016	32.593

Este cálculo permite determinar la parte del consumo energético necesario para la fabricación de cada una de las furgonetas que se amortiza en los años de referencia (también para la furgoneta media):

Tabla 152. Consumo energético en los procesos de fabricación para cada categoría de furgoneta

	Nº FURGONETAS EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN (Tep EP)		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
Hasta 499 Kg.	260.940	191.162	5.120	3.602	0,020	0,019
De 500 Kg. a 749 Kg.	1.326.273	923.845	20.748	14.452	0,016	0,016
De 750 Kg. a 999 Kg.	452.896	345.543	9.735	7.144	0,021	0,021
Más de 1.000 Kg.	488.517	346.919	10.413	7.395	0,021	0,021
TOTAL (FURGONETA MEDIA)	2.528.626	1.807.469	46.016	32.593	0,018	0,018

Síntesis de resultados

La siguiente tabla sintetiza los resultados del consumo de energía en la fabricación de furgonetas en España, distinguiendo entre las fases de producción de materiales y ensamblado:

Tabla 153. Consumo energético en la fabricación (producción de materiales y ensamblado) de furgonetas en España

	CONTENIDO ENERGÉTICO FURGONETAS EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN (Tep EP)		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN (Tep EP)		TOTAL CONSUMO ENERGÉTICO DE LA FLOTA DE FURGONETAS EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
Hasta 499 Kg.	40.485	28.486	5.120	3.602	45.605	32.089
De 500 Kg. a 749 Kg.	164.068	114.285	20.748	14.452	184.816	128.737
De 750 Kg. a 999 Kg.	76.982	56.489	9.735	7.144	86.717	63.632
Más de 1.000 Kg.	82.345	58.477	10.413	7.395	92.758	65.872
TOTAL	363.880	257.737	46.016	32.593	409.896	290.331

Si se realiza el análisis de forma unitaria, es decir, atendiendo al consumo energético amortizado por cada vehículo promedio, los resultados son:

Tabla 154. Consumo de energía amortizado por cada vehículo en la fabricación de furgonetas en España

	CONTENIDO ENERGÉTICO AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)		TOTAL CONSUMO ENERGÉTICO AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
Hasta 499 Kg.	0,155	0,149	0,020	0,019	0,175	0,168
De 500 Kg. a 749 Kg.	0,124	0,124	0,016	0,016	0,139	0,139
De 750 Kg. a 999 Kg.	0,170	0,163	0,021	0,021	0,191	0,184
Más de 1.000 Kg.	0,169	0,169	0,021	0,021	0,190	0,190
TOTAL (FURGONETA MEDIA)	0,144	0,143	0,018	0,018	0,162	0,161

4.7. Camiones

Contenido energético de los materiales

En primer lugar, se determina el número de camiones de más de 3,5 toneladas matriculados en España en el periodo igual a la vida útil de los mismos (10 años) inmediatamente anterior a los años en estudio, 2007 y 2012.

Tabla 155. Matriculación de camiones en España (1998-2012)

	Nº camiones matriculados
1998	17.112
1999	21.045
2000	21.147
2001	20.747
2002	20.020
2003	20.888
2004	21.383
2005	22.849
2006	22.860
2007	23.498

2008	16.029
2009	7.048
2010	7.582
2011	6.357
2012	4.186
TOTAL	152.680

Aunque las estadísticas de la DGT permiten clasificar el número de matriculaciones en función de la carga máxima autorizada de los camiones de más de 3,5 toneladas, a la hora de determinar el peso de los camiones no se ha encontrado información con ese nivel de desagregación, por lo que se ha optado por simplificar el cálculo para un camión tipo utilizando para ello el valor de ENERTRANS para el peso de los camiones, que lo establece en 5.327 kg como valor promedio. Cifra que se ha considerado constante a lo largo del periodo considerado.

Con esta información se ha estimado el peso total los camiones matriculados, así como la proporción "amortizable" en los años de estudio.

Tabla 156. Peso de la flota de camiones matriculada en el periodo 1995-2007

2007	Todas las cilindradas
PESO TOTAL	1.352.305.828
"AMORIZACIÓN" 2007	112.692.152

Tabla 157. Peso de la flota de camiones matriculada en el periodo 2000-2012

2012	Todas las cilindradas
PESO TOTAL	975.991.632
"AMORIZACIÓN" 2012	81.332.636

En cuanto a la distribución de materiales, que constituye el siguiente paso en el proceso de cálculo, se ha utilizado la distribución de materiales de la monografía ENERTRANS para un camión tipo:

Tabla 158. Composición de materiales de un camión promedio (% del peso total)

COMPOSICIÓN CAMIÓN MEDIO	
Acero	75,50%
Aluminio	5,45%
Cobre	1,48%
Plomo	0,81%
Plásticos	5,00%
Cauchos	8,17%
Líquidos	0,96%
Vidrio	0,62%
Otros materiales	1,94%

Con esta distribución, a partir de la densidad energética de los materiales empleados, se puede determinar el contenido energético de los camiones producidos en los años de estudio.

Tabla 159. Contenido energético de un camión medio (5.327 kg)

	Materiales promedio (%)	Densidad energética (kep EP/kg)	Contenido energético en materiales de un camión medio (kep EP)
Acero	75,50%	0,85	3.419
Aluminio	5,45%	4,75	1.379
Cobre	1,48%	1,55	122
Plomo	0,81%	0,63	27
Plásticos	5,00%	2,28	607
Cauchos	8,17%	1,69	736
Líquidos	0,96%	0,99	51
Vidrio	0,62%	0,67	22
Otros materiales	1,94%	1,75	181
Total			6.543

El siguiente cuadro sintetiza los resultados de este cálculo para el conjunto de la flota de camiones:

Tabla 160. Materiales incorporados y contenido energético de los camiones en periodo de amortización en España en 2007

2007	(%)	MATERIALES (Kg)	Densidad energética (Tep EP/t)	CONTENIDO ENERGÉTICO (Tep Ep)
Acero	75,50%	85.082.575	0,85	72.240
Aluminio	5,45%	6.141.722	4,75	29.196
Cobre	1,48%	1.667.844	1,55	2.584
Plomo	0,81%	912.806	0,63	572
Plásticos	5,00%	5.634.608	2,28	12.845
Cauchos	8,17%	9.206.949	1,69	15.533
Líquidos	0,96%	1.081.845	0,99	1.076
Vidrio	0,62%	698.691	0,67	468
Otros materiales	1,94%	2.186.228	1,75	3.827
				138.340

Tabla 161. Materiales incorporados y contenido energético de los camiones en periodo de amortización en España en 2012

2012	(%)	MATERIALES POR VEHÍCULO (Kg)	Densidad energética (Tep EP/t)	CONTENIDO ENERGÉTICO POR VEHÍCULO (Tep EP)
Acero	75,50%	61.406.140	0,85	52.137
Aluminio	5,45%	4.432.629	4,75	21.071
Cobre	1,48%	1.203.723	1,55	1.865
Plomo	0,81%	658.794	0,63	413
Plásticos	5,00%	4.066.632	2,28	9.270
Cauchos	8,17%	6.644.876	1,69	11.211
Líquidos	0,96%	780.793	0,99	777
Vidrio	0,62%	504.262	0,67	337
Otros materiales	1,94%	1.577.853	1,75	2.762
				99.843

Por su parte, el siguiente cuadro presenta una síntesis de los resultados, incluyendo una estimación del contenido energético de los materiales contenido en cada camión incorporado al sistema en los años de estudio:

Tabla 162. Contenido energético de los camiones en periodo de amortización en España en 2007 y 2012

	Nº CAMIONES EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN		CONTENIDO ENERGÉTICO CAMIONES EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN (Tep EP)		CONTENIDO ENERGÉTICO AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
CAMIONES > 3,5 T	211.549	152.680	138.340	99.843	0,654	0,654

Consumo de energía en los procesos de producción

Puesto que no se dispone de información específica del sector de los camiones, se suponen rendimientos energéticos similares en la fabricación de turismos y camiones, por lo que los cálculos de esta componente se realizan con el valor del estudio del FEDIT sobre el ciclo de vida de los turismos, equivalente a 1,1944 kWh/kg, repartiéndose en un 65% Gas Natural y un 35% Electricidad.

Tabla 163. Consumo energético en fabricación de camiones (energía final)

	PESO AMORTIZADO (Kg)		Consumo energético promedio (kWh/kg)	Consumo energético promedio (Tep/t)	CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN (Tep)	
	2007	2012			2007	2012
CAMIONES > 3,5 T	112.692.152	81.332.636	1,1944	0,1027184	11.576	8.354

Teniendo en cuenta la distribución entre los tipos de energía consumida en los procesos de fabricación (65% Gas Natural y 35% Electricidad), así como la estructura de producción energética en España en los años a estudio (a través de los correspondientes coeficientes de

paso: 1,07 tep EP/tep EF y 2,11 tep EP/tep EF para el Gas Natural y la Electricidad, respectivamente), es posible convertir el consumo energético asociado a los procesos de fabricación en energía primaria:

Tabla 164. Consumo energético en fabricación de camiones (Tep energía primaria)

	2007	2012
CAMIONES > 3,5 T	17.495	12.626

Este cálculo permite determinar la parte del consumo energético necesario para la fabricación de cada uno de los camiones analizados que se amortiza en los años de referencia:

Tabla 165. Consumo energético en los procesos de fabricación para cada camión

	Nº CAMIONES EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN (Tep EP)		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
CAMIONES > 3,5 T	211.549	152.680	17.495	12.626	0,083	0,083

Consumo de energía en la distribución y venta

Se carece de información sobre la eficiencia energética de la red de puntos de venta de camiones en España, por lo que no es posible realizar una estimación de esa partida.

No obstante, se entiende que, sin tener en cuenta la energía necesaria para el transporte (lo que supondría una doble contabilidad), esta fase es despreciable en comparación con la de producción de los materiales y fabricación de los vehículos.

Síntesis de resultados

La siguiente tabla sintetiza los resultados del consumo de energía en la fabricación de camiones en España, distinguiendo entre las fases de producción de materiales y ensamblado:

Tabla 166. Consumo energético en la fabricación (producción de materiales y ensamblado) de camiones en España

	CONTENIDO ENERGÉTICO CAMIONES EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN (Tep EP)		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN (Tep EP)		TOTAL CONSUMO ENERGÉTICO DE LA FLOTA DE CAMIONES EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
CAMIONES > 3,5 T	138.340	99.843	17.495	12.626	155.834	112.469

Si se realiza el análisis de forma unitaria, es decir, atendiendo al consumo energético amortizado por cada vehículo promedio, los resultados son:

Tabla 167. Consumo de energía amortizado por cada vehículo en la fabricación de camiones en España

	CONTENIDO ENERGÉTICO AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)		TOTAL CONSUMO ENERGÉTICO AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
CAMIONES > 3,5 T	0,654	0,654	0,083	0,083	0,737	0,737

4.8. Trenes

Contenido energético de los materiales

El Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento incluye un desglose del parque móvil de las compañías operadoras de servicios ferroviarios en España, que permite diferenciar entre los siguientes tipos de material motor y remolcado:

- Locomotoras eléctricas
- Locomotoras diesel
- Automotores eléctricos
- Automotores diesel
- Automotores híbridos
- Coches de pasajeros
- Vagones y furgones de mercancías
- Unidades AVE

Comparando los años sucesivos, es posible obtener una imagen del número de unidades de cada uno de estos tipos de material ferroviario que se incorporan al sistema español en el periodo de tiempo igual al ciclo de vida útil de los trenes (estimado en 30 años) inmediatamente anterior a los años de referencia (2007 y 2012). Dada la extensión de estas series, la siguiente tabla presenta la síntesis del resultado total, sin desglosar por compañías operadoras:

Tabla 168. Material ferroviario incorporado al sistema en España (1978-2012)

Años	Locomotoras		Automotores			Material remolcado		
	Eléctricas	Diesel	Eléctricos	Diesel	Híbridos	Coches de viajeros	Vagones y furgones	Unidades AVE
1978	26	1	16	7	0	119	205	0
1979	27	1	17	7	0	123	206	0
1980	29	1	18	7	0	127	207	0
1981	36	1	21	8	0	140	211	0
1982	36	1	21	8	0	140	211	0
1983	36	1	21	8	0	140	211	0
1984	36	1	21	8	0	140	211	0
1985	36	1	21	8	0	140	211	0
1986	2	15	1	0	0	30	0	0
1987	0	2	67	14	0	30	0	0
1988	0	0	0	3	0	30	0	0
1989	0	11	33	0	0	30	0	0

1990	0	12	32	3	0	30	0	0
1991	0	0	28	4	0	78	0	0
1992	1	3	20	0	0	78	0	18
1993	0	0	52	1	0	78	0	18
1994	0	0	0	0	0	78	0	18
1995	0	0	61	3	0	78	0	18
1996	0	6	41	0	0	101	0	18
1997	3	2	0	7	0	101	0	18
1998	0	4	0	21	0	101	0	18
1999	0	1	44	2	0	52	43	18
2000	0	0	17	8	0	38	340	18
2001	1	0	18	0	0	106	4	18
2002	0	1	38	6	0	88	0	18
2003	13	0	20	5	0	35	0	18
2004	7	1	11	9	0	66	343	18
2005	4	57	43	0	0	36	7	50
2006	0	3	124	0	0	24	0	53
2007	0	14	137	42	0	3	505	102
2008	0	0	74	2	0	64	58	127
2009	0	6	81	5	0	15	0	139
2010	15	7	0	18	0	11	0	159
2011	0	1	79	5	0	24	0	148
2012	0	0	77	7	9	20	657	218

Por otra parte, se ha consultado la información técnica de la flota de vehículos de RENFE y se ha seleccionado un modelo representativo de cada una de las categorías de material móvil analizadas, para las cuales se ha obtenido su peso unitario:

Tabla 169. Unidades representativas del parque ferroviario en España

Tipo de material móvil	Unidad representativa	Peso (t)
Locomotora eléctrica	S-253	87,0
Locomotora diesel	S-334	90,0
Automotor eléctrico	Avant S-114	61,8
Automotor diesel	S-599	57,5
Automotor híbrido	S-730	117,5
Coche de viajeros	Coche remolque S-599	48,0
Vagón o furgón	Portacontenedores RENFE MMC/MMC1	22,5
Unidades AVE	Coche remolque AVE 102/112	14,0

Con esta información, es posible estimar el peso del material móvil incorporado al sistema ferroviario español en los dos periodos representativos:

Tabla 170. Peso del material ferroviario incorporado al sistema

		Peso locomotoras (t)		Peso automotores (t)			Peso material remolcado (t)			TOTAL (t)
		Eléctricas	Diesel	Eléctricos	Diesel	Híbrido	Coches de viajeros	Vagones y furgones	Unidades AVE	
RENFE	1978-2007	23.146	8.100	35.599	5.361	0	73.830	61.690	6.146	213.871
	1983-2012	11.049	8.100	46.263	4.152	1.058	50.918	53.925	17.220	192.684
FEVE	1978-2007	1.479	1.699	5.199	58	0	2.137	1.639	0	12.211
	1983-2012	1.479	1.260	3.507	1.208	0	2.054	1.185	0	10.694
CC.AA y Privadas	1978-2007	870	2.790	17.296	5.578	0	37.337	2.065	0	65.936
	1983-2012	870	4.050	21.847	5.578	0	35.549	3.008	0	70.902
TOTAL	1978-2007	25.495	12.589	58.094	10.996	0	113.304	65.394	6.146	292.018
	1983-2012	13.398	13.410	71.618	10.937	1.058	88.522	58.119	17.220	274.280

Teniendo en cuenta el periodo de vida útil de 30 años para los trenes, la parte de este material que se amortiza en los años 2007 y 2012 es la siguiente:

Tabla 171. Peso del material ferroviario amortizado en 2007 y 2012

		Peso locomotoras (t)		Peso automotores (t)			Peso material remolcado (t)			TOTAL (t)
		Eléctricas	Diesel	Eléctricos	Diesel	Híbrido	Coches de viajeros	Vagones y furgones	Unidades AVE	
RENFE	Amortización 2007	772	270	1.187	179	0	2.461	2.056	205	7.129
	Amortización 2012	368	270	1.542	138	35	1.697	1.797	574	6.423
FEVE	Amortización 2007	49	57	173	2	0	71	55	0	407
	Amortización 2012	49	42	117	40	0	68	40	0	356
CC.AA y Privadas	Amortización 2007	29	93	577	186	0	1.245	69	0	2.198
	Amortización 2012	29	135	728	186	0	1.185	100	0	2.363
TOTAL	Amortización 2007	850	420	1.936	367	0	3.777	2.180	205	9.734
	Amortización 2012	447	447	2.387	365	35	2.951	1.937	574	9.143

Conocido el peso del material móvil amortizado, el siguiente paso consiste en determinar la distribución de materiales que componen dichos vehículos. Para ellos se ha consultado la EPD de diversos trenes, tanto de cercanías como de media y larga distancia (incluida Alta Velocidad). En dichos documentos se incluye, entre otras cuestiones, información acerca de la composición en materiales de dichos trenes. A los efectos de este trabajo se ha utilizado la composición promedio de entre todas las consultadas. Además, se ha empleado la información proveniente de la investigación ENERTRANS para determinar la distribución de los metales

entre acero, aluminio y cobre (las EPD no incluyen este desglose). Así pues, se ha estimado que la composición de un tren tipo es como sigue:

Tabla 172. Distribución de materiales presentes en un tren promedio

COMPOSICIÓN DE UN TREN MEDIO	
Acero	46,27%
Aluminio	26,83%
Cobre	11,10%
Plásticos	3,98%
Cauchos	2,57%
Vidrio	2,42%
Fluidos	1,25%
Textiles, algodón, madera, cartón, piel, etc.	1,72%
Otros	3,86%
TOTAL	100,00%

Con esa información, sería posible estimar la distribución en peso de los diferentes materiales incorporados al sistema ferroviario a través del material móvil. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la composición antes descrita se corresponde a un tren promedio, mientras que la información sobre material móvil incorporado al sistema está desglosada por tipo de vehículo (locomotoras, automotores, etc.).

Para solventar esta dificultad se ha asumido la simplificación de considerar el peso total del material móvil incorporado en su conjunto, suponiendo una distribución de materiales idéntica a la de un tren promedio para dicha cantidad.

De esta forma, teniendo en cuenta la densidad energética de los materiales considerados, es posible determinar el contenido energético de los materiales de la flota ferroviaria incorporada al sistema en los periodos analizados, así como la parte amortizada en los sñod a estudio:

Tabla 173. Materiales y contenido energético correspondiente a los trenes incorporados al sistema ferroviario español amotizado en 2007

2007	(%)	MATERIALES (t)			Densidad energética (Tep EP/t)	CONTENIDO ENERGÉTICO (Tep EP)		
		RENFE	FEVE	CC.AA y Privadas		RENFE	FEVE	CC.AA y Privadas
Acero	46,27%	3.298	188	1.017	0,85	2.800	160	863
Aluminio	26,83%	1.913	109	590	4,75	9.094	519	2.804
Cobre	11,10%	792	45	244	1,55	1.226	70	378
Plásticos	3,98%	283	16	87	2,28	646	37	199
Cauchos	2,57%	183	10	57	1,69	309	18	95
Vidrio	2,42%	172	10	53	0,67	115	7	36
Fluidos	1,25%	89	5	28	0,99	89	5	27
Textiles, algodón, madera, cartón, piel, etc.	1,72%	123	7	38	3,21	393	22	121
Otros	3,86%	275	16	85	1,75	482	28	149
						15.155	865	4.672

Tabla 174. Materiales y contenido energético correspondiente a los trenes incorporados al sistema ferroviario español amortizado en 2012

2012	(%)	MATERIALES (t)			Densidad energética (Tep EP/t)	CONTENIDO ENERGÉTICO (Tep EP)		
		RENFE	FEVE	CC.AA y Privadas		RENFE	FEVE	CC.AA y Privadas
Acero	46,27%	2.972	165	1.093	0,85	2.523	140	928
Aluminio	26,83%	1.723	96	634	4,75	8.193	455	3.015
Cobre	11,10%	713	40	262	1,55	1.105	61	407
Plásticos	3,98%	255	14	94	2,28	582	32	214
Cauchos	2,57%	165	9	61	1,69	279	15	103
Vidrio	2,42%	155	9	57	0,67	104	6	38
Fluidos	1,25%	80	4	30	0,99	80	4	29
Textiles, algodón, madera, cartón, piel, etc.	1,72%	110	6	41	3,21	354	20	130
Otros	3,86%	248	14	91	1,75	434	24	160
						13.654	758	5.024

Suponiendo un tren medio de 230 toneladas de peso (se ha tomado como ejemplo representativo un AVANT S-114, tren de media distancia en alta velocidad, cuyo peso se sitúa entre el de un AVE y un Cercanías), se puede estimar el contenido energético de un tren tipo:

Tabla 175. Contenido energético de un tren medio (230 t)

	Materiales promedio (%)	Densidad energética (tep EP/t)	Contenido energético en materiales de de una tren medio (tep EP)
Acero	46,27%	0,85	125,7
Aluminio	26,83%	4,75	408,2
Cobre	11,10%	1,55	55,1
Plásticos	3,98%	2,28	29,0
Cauchos	2,57%	1,69	13,9
Vidrio	2,42%	0,67	5,2
Fluidos	1,25%	0,99	4,0
Textiles, algodón, madera, cartón, piel, etc.	1,72%	3,21	17,6
Otros	3,86%	1,75	21,6
TOTAL			680,3

Consumo de energía en los procesos de producción

Para la estimación del consumo energético en los procesos de producción de trenes se han empleado los resultados de la investigación ENERTRANS, según la cual el contenido energético de los materiales constituye un 72,95% de consumo energético total asociado a la fase de fabricación de los trenes de alta velocidad. Suponiendo unos rendimientos similares para la fabricación de todo tipo de trenes, los procesos de producción de componentes y ensamblaje del material rodante ferroviario constituyen un 27,05% de dicho consumo energético.

Así pues, teniendo en cuenta el contenido energético de los materiales antes estimado, el consumo energético asociado a los procesos de producción de los vehículos ferroviarios incorporados al sistema son:

Tabla 176. Consumo energético en los procesos de fabricación de trenes (energía primaria)

	CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN (Tep EP)	
	2007	2012
RENFE	5.620	5.063
FEVE	321	281
CC.AA y Privadas	1.733	1.863
TOTAL	7.673	7.207

Consumo de energía en la distribución y venta

En la venta de de trenes, al producirse ésta bajo demanda, no existe una infraestructura de distribución y ventas que incurra en consumos energéticos.

Síntesis de resultados

La siguiente tabla sintetiza los resultados del consumo de energía en la fabricación de trenes en España, distinguiendo entre las fases de producción de materiales y el ensamblado:

Tabla 177. Consumo energético en la fabricación (producción de materiales y ensamblado) de aviones en España

	CONTENIDO ENERGÉTICO DE LOS MATERIALES (Tep EP)		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN (Tep EP)		TOTAL CONSUMO ENERGÉTICO DE LA FLOTA DE TRENES (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
RENFE	15.155	13.654	5.620	5.063	20.775	18.717
FEVE	865	758	321	281	1.186	1.039
CC.AA y Privadas	4.672	5.024	1.733	1.863	6.405	6.887
TOTAL	20.693	19.436	7.673	7.207	28.366	26.643

4.9. Aviones

A la hora de abordar la cuestión de los costes energéticos de fabricación de las aeronaves que operan en el sistema de transporte aéreo en España, es preciso realizar algunas consideraciones de partida que condicionan los cálculos y matizan sus resultados:

- Por un lado, como se ha visto a la hora de hablar de producción de transporte, en el modo aéreo se han considerado los trayectos internacionales con alguno de sus extremos en España, ya sean operados por compañías nacionales o internacionales, así como los vuelos realizados por operadores internacionales entre aeropuertos españoles. Sin embargo, dada la complejidad de este escenario, en lo relativo a la flota

de aviones, se ha circunscrito el análisis a las compañías de vuelos comerciales de nacionalidad española, que en los años a estudio son las siguientes:

- i. Air Europa
 - ii. Air Nostrum
 - iii. Iberia
 - iv. Spanair (dejó de operar en enero de 2012)
 - v. Vueling
- A diferencia del caso de los modos viarios, en el modo aéreo no se dispone de información detallada acerca de la evolución de la flota de aeronaves a lo largo de todo su extenso periodo de vida útil (25 años). Teniendo en cuenta que en 2013 la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA- International Air Transport Association) determinó que la edad media de la flota aérea internacional se sitúa en 11,3 años, y habiendo consultado la edad media de la flota aérea de lagunas de las compañías aéreas nacionales (Iberia: 8 años; Air Europa: 6 años; Vueling: 7,5 años), se ha supuesto que toda la flota aérea española operativa en los años de referencia, cuenta con una edad inferior a 25 años, por lo que, tanto en 2007 como en 2012, se encontrarían aún en el periodo de “amortización del consumo energético de fabricación de vehículos nuevos”.

Contenido energético de los materiales

Realizadas estas consideraciones iniciales, la estimación del contenido energético presente en la flota de aeronaves del sistema de transporte aéreo en España parte de la determinación de la flota de aviones operativa en los años a estudio. Dicha información se incluye en la publicación del Ministerio de Fomento “Los transportes y las infraestructuras, salvo para el caso de Vueling en el año 2007, dato obtenido de un informe de aquel año del Àrea d’Estudis i Anàlisis del Mercat de la Direcció General de Defensa de la Competència de la Generalitat de Catalunya, relativo a la (entonces) futura fusión de Vueling y Clickair.

Por otro lado, conocida la flota aérea de dichas compañías en los años de referencia, se han consultado los portales web de fabricantes y revistas especializadas en aeronáutica para determinar el peso en vacío (sin combustible ni pasaje o carga) de dichos aviones, lo que ha permitido estimar el peso del avión promedio en cada caso.

Las siguientes tablas desglosan los resultados obtenidos en las cinco compañías consideradas:

Tabla 178. Flota aérea de Air Europa en 2007 y 2012

Avión	Peso (kg)	Flota 2007	Flota 2012
Boeing 767-300	86.070	3	0
Boeing 737-800	41.413	33	18
Airbus A330	119.600	4	10
Embraer 195	28.970	0	11

Tabla 179. Peso del avión tipo de Air Europa en 2007 y 2012

	2007	2012
Peso promedio (kg)	52.581	57.951

Tabla 180. Flota aérea de Air Nostrum en 2007 y 2012

Avión	Peso (kg)	Flota 2007	Flota 2012
ATR 72	13.500	5	5
Bombardier CRJ-200	14.016	35	30
Bombardier CRJ-900	21.433	11	11
Bombardier CRJ-1000	23.179	0	10
DASH-Q-300	11.791	19	0

Tabla 181. Peso del avión tipo de Air Nostrum en 2007 y 2012

	2007	2012
Peso promedio (kg)	14.541	17.063

Tabla 182. Flota aérea de Iberia en 2007 y 2012

Avión	Peso (kg)	Flota 2007	Flota 2012
Airbus A319-100	40.800	19	19
Airbus A320-200	42.600	45	21
Airbus A321-200	48.500	19	18
Airbus A340	129.000	19	13
Airbus A340-600	177.800	12	17
McDonnell Douglas MD 88	35.400	11	0

Tabla 183. Peso del avión tipo de Iberia en 2007 y 2012

	2007	2012
Peso promedio (kg)	68.702	82.300

Tabla 184. Flota aérea de Spainair en 2007

Avión	Peso (kg)	Flota 2007
Airbus A320-200	42.600	17
Airbus A321-200	48.500	5
McDonnell Douglas MD 82	35.400	9
McDonnell Douglas MD 83	36.200	14
McDonnell Douglas MD 87	33.200	11
Boeing 717	30.618	7

Tabla 185. Peso del avión tipo de Spanair en 2007

	2007
Peso promedio (kg)	37.645

Tabla 186. Flota aérea de Vueling en 2007 y 2012

Avión	Peso (kg)	Flota 2007	Flota 2012
Airbus A319-100	40.800	0	4
Airbus A320-200	42.600	24	85

Tabla 187. Peso del avión tipo de Vueling en 2007 y 2012

	2007	2012
Peso promedio (kg)	42.600	42.519

Conocido el peso promedio de los aviones, el siguiente paso consiste en la determinación de la distribución de materiales presentes en un avión tipo. Para ello, se recurre a la monografía ENERTRANS, de acuerdo con la cual dicha distribución es como sigue:

Tabla 188. Composición de materiales de un avión promedio (% del peso total)

Material	(%)
Aluminio	75%
Composite (PMC)	10%
Acero	9%
Titanio	5%
Otros	1%
Total	100%

De acuerdo con esta composición, la investigación ENERTRANS, mediante el uso del software de ciclo de vida GaBi (el cuál incorpora en su desarrollo una base de datos de densidad energética de materiales para el contexto europeo), estima en 3,209 tep/t el coste energético de los materiales por unidad de masa de un avión medio. Aplicando dicho ratio a la flota tipo de cada una de las compañías, y teniendo en cuenta el periodo de amortización de 25 años, se obtiene el contenido energético de los materiales amortizado en los años 2007 y 2012:

Tabla 189. Contenido energético de los materiales amortizado por la flota aérea española en 2007 y 2012 (energía primaria)

	Nº AVIONES EN PERIODO DE AMORTIZACIÓN		PESO PROMEDIO (Kg)		Consumo energético promedio (Tep EP/t)	CONTENIDO ENERGÉTICO DE LOS MATERIALES (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012		2007	2012
Air Europa	40	39	52.581	57.951	3,209	270	290
Air Nostrum	70	56	14.541	17.063		131	123
Iberia	125	88	68.702	82.300		1.102	930
Spanair	63	0	37.645	0		304	0
Vueling	24	89	42.600	42.519		131	486
TOTAL	322	272	46.903	52.361		1.938	1.828

Con esta información, es posible calcular el contenido energético de los materiales amortizado por el avión tipo:

Tabla 190. Contenido energético de los materiales amortizado por el avión tipo en 2007 y 2012 (energía primaria)

	CONTENIDO ENERGÉTICO DE LOS MATERIALES AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)	
	2007	2012
Air Europa	6,7	7,4
Air Nostrum	1,9	2,2
Iberia	8,8	10,6
Spanair	4,8	0,0
Vueling	5,5	5,5
TOTAL	6,0	6,7

Teniendo en cuenta el periodo de vida útil de 25 años, bastaría con multiplicar estos valores por 25 para obtener el valor absoluto del contenido energético de los materiales del avión nuevo promedio en 2007 y 2012:

Tabla 191. Contenido energético de los materiales de un avión promedio en 2007 y 2012 (energía primaria)

	CONTENIDO ENERGÉTICO DE LOS MATERIALES DE UN AVIÓN PROMEDIO (Tep EP)	
	2007	2012
Air Europa	168,7	186,0
Air Nostrum	46,7	54,8
Iberia	220,4	264,1
Spanair	120,8	0,0
Vueling	136,7	136,4
TOTAL	150,5	168,0

Consumo de energía en los procesos de producción

De acuerdo con los cálculos de la investigación ENERTRANS, el contenido energético de los materiales constituye un 81,34% de consumo energético total asociado a la fase de fabricación de aviones. De manera que los procesos de producción de componentes y ensamblaje constituyen un 18,66% de dicho consumo energético.

Así pues, teniendo en cuenta el contenido energético de los materiales antes estimado para la flota aérea española, el consumo energético asociado a los procesos de producción de la flota de aviones en España es:

Tabla 192. Consumo energético en fabricación de aviones (energía primaria)

	CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN (Tep EP)	
	2007	2012
Air Europa	62	67
Air Nostrum	30	28
Iberia	253	213
Spanair	70	0
Vueling	30	111
TOTAL	445	419

Así como el correspondiente a cada avión:

Tabla 193. Consumo energético en fabricación para cada avión (energía primaria)

	CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)	
	2007	2012
Air Europa	1,5	1,7
Air Nostrum	0,4	0,5
Iberia	2,0	2,4
Spanair	1,1	0,0
Vueling	1,3	1,3
TOTAL	6,4	5,9

Consumo de energía en la distribución y venta

La venta de de aviones se produce bajo demanda, por lo que no existe una infraestructura de distribución y ventas que incurra en consumos energéticos.

Síntesis de resultados

La siguiente tabla sintetiza los resultados del consumo de energía en la fabricación de aviones en España, distinguiendo entre las fases de producción de materiales y el ensamblado:

Tabla 194. Consumo energético en la fabricación (producción de materiales y ensamblado) de aviones en España

	CONTENIDO ENERGÉTICO DE LOS MATERIALES (Tep EP)		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN (Tep EP)		TOTAL CONSUMO ENERGÉTICO DE LA FLOTA DE AVIONES (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
Air Europa	270	290	62	67	332	357
Air Nostrum	131	123	30	28	161	151
Iberia	1.102	930	253	213	1.355	1.143
Spanair	304	0	70	0	374	0
Vueling	131	486	30	111	161	597
TOTAL	1.938	1.828	445	419	2.383	2.247

Si se realiza el análisis de forma unitaria, es decir, atendiendo al consumo energético amortizado por cada vehículo promedio, los resultados son:

Tabla 195. Consumo de energía amortizado por cada vehículo en la fabricación de aviones en España

	CONTENIDO ENERGÉTICO DE LOS MATERIALES AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)		TOTAL CONSUMO ENERGÉTICO AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
Air Europa	6,7	7,4	1,5	1,7	8,3	9,1
Air Nostrum	1,9	2,2	0,4	0,5	2,3	2,7
Iberia	8,8	10,6	2,0	2,4	10,8	13,0
Spanair	4,8	0,0	1,1	0,0	5,9	0,0
Vueling	5,5	5,5	1,3	1,3	6,7	6,7
TOTAL	6,0	6,7	6,4	5,9	12,4	12,6

4.10. Barcos

Análogamente al caso del transporte aéreo, el cálculo de los costes energéticos asociados a la fabricación de buques de transporte se aborda teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Aunque en la estimación del tráfico se ha considerado el transporte internacional (con alguno de sus extremos en España), se ha circunscrito el análisis a los buques de bandera española.
- No se dispone de información detallada acerca de la evolución de la flota de buques de transporte a lo largo de todo su extenso periodo de vida útil (25 años). Aunque las estadísticas del Ministerio de Fomento permiten conocer la edad de la flota operativa en los años 2007 y 2012. Así pues, se ha centrado el análisis en aquellos de edad inferior a 25 años, por ser los que se encuentra aún en periodo de “amortización del consumo energético de fabricación de vehículos nuevos”.

Contenido energético de los materiales

Para su estimación, se ha seguido un proceso de cálculo cuyo primer paso es la determinación de la flota de barcos de transporte con una edad inferior a 25 años en cada uno de los años a estudio. A los efectos del presente estudio, dicha flota se ha clasificado del siguiente modo:

Tabla 196. Flota de buques de transporte con bandera española (2007)

2007	Nº buques			
	< 25 años	> 25 años	Desconocido	Total
Portacontenedores	24	12	0	36
Pasajeros	125	28	0	153
Resto transporte	69	28	1	98
Total	218	68	1	287

Tabla 197. Flota de buques de transporte con bandera española (2012)

2007	Nº buques			
	< 25 años	> 25 años	Desconocido	Total
Portacontenedores	10	5	0	15
Pasajeros	127	29	0	156
Resto transporte	72	23	0	95
Total	209	57	0	266

Para la estimación del peso de esta flota, se han empleado los siguientes pesos de referencia para cada una de las categorías seleccionadas:

Tabla 198. Peso de los buques de transporte

	Peso (t)	Fuente
Portacontenedores	9.520	ENERTRANS (buque portacontenedores)
Pasajeros	45.102	CRUISE SHIP TOURISM - A LCA ANALYSIS (buque de crucero)
Resto buques de transporte	7.177	ENERTRANS (buque-tanque)

Con estos pesos de referencia, y de acuerdo con el número de buques de cada clase, es posible estimar el peso de un barco promedio en los años 2007 y 2012, que se sitúa en 7.123 t y 7.240 t, respectivamente.

Por otra parte, teniendo en cuenta el periodo de vida útil de 25 años de las embarcaciones y el concepto de "amortización del consumo energético de fabricación de vehículos nuevos" anteriormente referido, es posible calcular el peso de la flota de barcos de transporte que se amortiza en los años de referencia:

Tabla 199. Peso de la flota de barcos de transporte amortizada en 2007 y 2012

	Peso de la flota de barcos de transporte amortizada (t)			
	Portacontenedores	Pasajeros	Resto transporte	Total
2007	9.139	225.508	19.809	254.456
2012	3.808	229.116	20.670	253.594

El siguiente paso consiste en la determinación de la composición en materiales de los barcos analizados. Para ello, se cuenta con la información proveniente de ENERTRANS, en la que se da esta información para el caso de dos tipologías de barco: los denominados "buque-tanque" y "portacontenedores"⁶⁵.

Las diferencias entre estos dos casos son muy pequeñas, con un claro predominio del acero, cuya presencia se sitúa por encima del 91% en los dos casos. No se dispone, sin embargo, de información completa acerca de esta cuestión para el caso de los barcos de transporte de pasajeros. Sin embargo, se ha supuesto que en este caso el predominio del acero es también notable, alcanzando niveles similares al de los buques de carga analizados por ENERTRANS. Así

⁶⁵ "Consumo de energía y emisiones asociadas a la construcción y mantenimiento de vehículos". J.M. López, J. Sánchez y A. Mora. 2009.

pues, a los efectos del presente trabajo, se ha considerado una distribución de materiales idéntica en todos los casos, igual a la distribución promedio de los “buques-tanque” y “portacontenedores”, según los reseña la mencionada investigación:

Tabla 200. Distribución de materiales presentes en un barco promedio

Material	Portacontenedores (ajustado a 100) ^(*)	Buque-tanque (ajustado a 100) ^(*)	Promedio
Acero laminado	78,16%	81,22%	79,69%
Acero fundido o forjado	12,27%	9,35%	10,81%
Acero tubería y accesorios	2,17%	0,60%	1,38%
Acero inoxidable	0,16%	2,05%	1,10%
Aluminio	0,17%	0,13%	0,15%
Cobre	0,61%	0,70%	0,65%
Zinc	0,01%	0,02%	0,01%
Líquidos (aceites)	1,68%	0,90%	1,29%
Vidrio	0,05%	0,06%	0,05%
Plásticos	2,93%	3,17%	3,05%
Cauchos y gomas	0,52%	0,55%	0,53%
Pintura	1,28%	1,27%	1,27%
Total	100,00%	100,00%	100,00%

(*) Los datos difieren ligeramente de los recogidos en la publicación de ENERTRASN, ya que en dicho documento la suma de los porcentajes no es igual a 100%, por lo que se han normalizado los valores teniendo en cuenta el peso relativo de cada uno de los materiales.

Con esta información, junto con la densidad energética de los materiales en cuestión, es posible calcular el contenido energético de los materiales de la flota de buques de transporte que se amortizada en 2007 y 2012:

Tabla 201. Materiales incorporados en la flota de barcos del sistema de transporte marítimo en España en 2007

2007	(%)	MATERIALES (t)			Densidad energética (Tep EP/t)
		Portacontenedores	Pasajeros	Resto transporte	
Acero laminado	79,69%	7.283	179.708	15.785	0,61
Acero fundido o forjado	10,81%	988	24.380	2.142	0,53
Acero tubería y accesorios	1,38%	126	3.120	274	0,93
Acero inoxidable	1,10%	101	2.490	219	1,63
Aluminio	0,15%	13	330	29	4,88
Cobre	0,65%	60	1.474	129	1,55
Zinc	0,01%	1	33	3	1,47
Líquidos (Aceites)	1,29%	118	2.905	255	1,23
Vidrio	0,05%	5	121	11	0,67
Plásticos	3,05%	279	6.876	604	2,28
Cauchos y gomas	0,53%	49	1.199	105	1,69
Pintura	1,27%	116	2.872	252	1,75

Tabla 202. Contenido energético de los materiales amortizado por la flota de transporte marítimo española en 2007 (energía primaria)

2007	CONTENIDO ENERGÉTICO (tep EP)		
	Portacontenedores	Pasajeros	Resto transporte
Acero laminado	4.473	110.375	9.695
Acero fundido o forjado	528	13.024	1.144
Acero tubería y accesorios	117	2.890	254
Acero inoxidable	164	4.058	356
Aluminio	65	1.612	142
Cobre	93	2.284	201
Zinc	2	49	4
Líquidos (Aceites)	145	3.577	314
Vidrio	3	81	7
Plásticos	635	15.675	1.377
Cauchos y gomas	82	2.023	178
Pintura	204	5.026	442
	6.512	160.673	14.113

Tabla 203. Materiales incorporados en la flota de barcos del sistema de transporte marítimo en España en 2012

2012	(%)	MATERIALES (t)			Densidad energética (Tep EP/t)
		Portacontenedores	Pasajeros	Resto transporte	
Acero laminado	79,69%	3.035	182.583	16.472	0,61
Acero fundido o forjado	10,81%	412	24.770	2.235	0,53
Acero tubería y accesorios	1,38%	53	3.170	286	0,93
Acero inoxidable	1,10%	42	2.530	228	1,63
Aluminio	0,15%	6	335	30	4,88
Cobre	0,65%	25	1.498	135	1,55
Zinc	0,01%	1	34	3	1,47
Líquidos (Aceites)	1,29%	49	2.951	266	1,23
Vidrio	0,05%	2	123	11	0,67
Plásticos	3,05%	116	6.986	630	2,28
Cauchos y gomas	0,53%	20	1.218	110	1,69
Pintura	1,27%	48	2.917	263	1,75

Tabla 204. Contenido energético de los materiales amortizado por la flota de transporte marítimo española en 2012 (energía primaria)

2012	CONTENIDO ENERGÉTICO (tep EP)		
	Portacontenedores	Pasajeros	Resto transporte
Acero laminado	1.864	112.141	10.117
Acero fundido o forjado	220	13.232	1.194
Acero tubería y accesorios	49	2.936	265
Acero inoxidable	69	4.123	372
Aluminio	27	1.638	148
Cobre	39	2.321	209
Zinc	1	49	4
Líquidos (Aceites)	60	3.634	328
Vidrio	1	82	7
Plásticos	265	15.925	1.437
Cauchos y gomas	34	2.056	185
Pintura	85	5.107	461
	2.713	163.244	14.727

Con esta información, es posible calcular el contenido energético de los materiales amortizado por el barco tipo en cada caso:

Tabla 205. Contenido energético de los materiales amortizado por el barco tipo en 2007 y 2012 (energía primaria)

	Nº BUQUES < 25 años		CONTENIDO ENERGÉTICO (Tep EP)		CONTENIDO ENERGÉTICO AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
Portacontenedores	24	10	6.512	2.713	271	271
Pasajeros	125	127	160.673	163.244	1.285	1.285
Resto transporte	69	72	14.113	14.727	205	205
Total	218	209	181.298	180.684	832	865

De manera análoga es posible calcular el contenido energético del barco promedio de las flotas de 2007 y 2012:

Tabla 206. Contenido energético de un barco medio en 2007(7.123 t)

Material	Materiales promedio	Densidad energética (tep EP/t)	Contenido energético en materiales de un barco medio (tep EP)
Acero laminado	79,69%	0,61	3.462,42
Acero fundido o forjado	10,81%	0,53	408,08
Acero tubería y accesorios	1,38%	0,93	91,41
Acero inoxidable	1,10%	1,63	127,71
Aluminio	0,15%	4,88	52,14
Cobre	0,65%	1,55	71,76
Zinc	0,01%	1,47	1,05
Líquidos (Aceites)	1,29%	1,23	113,02
Vidrio	0,05%	0,67	2,39
Plásticos	3,05%	2,28	495,31
Cauchos y gomas	0,53%	1,69	63,80
Pintura	1,27%	1,75	158,30
TOTAL			5.047,39

Tabla 207. Contenido energético de un barco medio en 2012(7.240 t)

Material	Materiales promedio	Densidad energética (tep EP/t)	Contenido energético en materiales de un barco medio (tep EP)
Acero laminado	79,69%	0,61	3.519,55
Acero fundido o forjado	10,81%	0,53	414,82
Acero tubería y accesorios	1,38%	0,93	92,92
Acero inoxidable	1,10%	1,63	129,82
Aluminio	0,15%	4,88	53,00
Cobre	0,65%	1,55	72,95
Zinc	0,01%	1,47	1,06
Líquidos (Aceites)	1,29%	1,23	114,88
Vidrio	0,05%	0,67	2,43
Plásticos	3,05%	2,28	503,49
Cauchos y gomas	0,53%	1,69	64,85
Pintura	1,27%	1,75	160,91
TOTAL			5.130,67

Consumo de energía en los procesos de fabricación

Esta fase se calcula a partir de los resultados de la investigación ENERTRANS, que estima que la componente del contenido energético de los materiales supone un 52,67% del consumo de energía en la fase de fabricación de los barcos, correspondiendo el 47,33% a los procesos de producción de este tipo de vehículos. La siguiente tabla presenta los resultados de la

amortización del consumo energético asociado a los procesos de producción de la flota de barcos de transporte en España en los años 2007 y 2012, así calculados:

Tabla 208. Consumo energético en los procesos de fabricación de barcos (energía primaria)

	CONTENIDO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN (Tep EP)	
	2007	2012
Portacontenedores	5.851	2.438
Pasajeros	144.383	146.693
Resto transporte	12.683	13.234
Total	162.917	162.366

Por su parte la amortización correspondiente a cada barco es:

Tabla 209. Consumo energético en los procesos de fabricación para cada barco

	CONTENIDO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)	
	2007	2012
Portacontenedores	244	244
Pasajeros	1.155	1.155
Resto transporte	184	184
Total	1.583	1.583

Consumo de energía en la distribución y venta

La venta de barcos se produce bajo demanda, por lo que no existe una infraestructura de distribución y ventas que incurra en consumos energéticos.

Síntesis de resultados

La siguiente tabla sintetiza los resultados del consumo de energía en la fabricación de barcos en España, distinguiendo entre las fases de producción de materiales y el ensamblado:

Tabla 210. Consumo energético en la fabricación (producción de materiales y ensamblado) de barcos en España

	CONTENIDO ENERGÉTICO DE LOS MATERIALES (Tep EP)		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN (Tep EP)		TOTAL CONSUMO ENERGÉTICO DE LA FLOTA DE BARCOS (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
Portacontenedores	6.512	2.713	5.851	2.438	12.363	5.151
Pasajeros	160.673	163.244	144.383	146.693	305.057	309.938
Resto transporte	14.113	14.727	12.683	13.234	26.796	27.961
Total	181.298	180.684	162.917	162.366	344.216	343.050

Si se realiza el análisis de forma unitaria, es decir, atendiendo al consumo energético amortizado por cada vehículo promedio, los resultados son:

Tabla 211. Consumo de energía amortizado por cada vehículo en la fabricación de barcos en España

	CONTENIDO ENERGÉTICO DE LOS MATERIALES AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)		CONSUMO ENERGÉTICO DE FABRICACIÓN AMORTIZADO POR VAHÍCULO (Tep EP)		TOTAL CONSUMO ENERGÉTICO AMORTIZADO POR VEHÍCULO (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
Portacontenedores	271	271	244	244	515	515
Pasajeros	1.285	1.285	1.155	1.155	2.440	2.440
Resto transporte	205	205	184	184	388	388
Total	1.761	1.761	1.583	1.583	3.344	3.344

5. LA ENERGÍA EN LA FASE DE DESPLAZAMIENTO O CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS

5.1. Circulación de vehículos del modo viario

En el presente trabajo se han probado dos métodos de aproximación a la cuestión del consumo energético en la circulación del modo viario, cuya síntesis conceptual es la siguiente:

- Método 1. De arriba a abajo (Top-Down en la terminología anglosajona): Reparto de los consumos totales entre los vehículos que circulan

Conocido el consumo total de los diversos combustibles empleados por el modo viario en su operación, es posible deducir el consumo unitario de cada medio y tipología de vehículo mediante la simple puesta en relación de los recorridos realizados por cada uno de ellos (vehículos-km) con el consumo energético asociado a esa categoría y tipo de vehículo en particular. Este método requiere encontrar una vía para estimar la distribución de los consumos de combustible entre las categorías de vehículos presentes en el parque circulante en España.

- Método 2. De abajo a arriba (Bottom-Up): Metodología Tier 3 de la Agencia Europea de Medioambiente (EEA).

Este método parte de unos factores de consumo unitario, cuyo valor es dependiente del régimen de circulación (fundamentalmente la velocidad) y las características del medio en el que se producen los recorridos (climatología y orografía). Conocidos estos factores de consumo unitario, basta conocer los recorridos realizados en cada pauta de conducción por los diferentes tipos de vehículos para obtener los consumos globales de energía del sistema viario.

A continuación se describen con más detalle los pasos empleados para la aplicación de ambos métodos en este trabajo.

Método 1: Reparto de los consumos totales (de arriba a abajo).

Son varias las fuentes que ofrecen información sobre el consumo energético empleado por el modo viario en su fase de circulación. De entre ellas, la que parece más fiable a efectos de este cálculo es la estadística de consumo de productos petrolíferos de CORES (Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos), por provenir directamente de información mensual y anual remitida por los sujetos obligados a hacerlo por la legislación del sector. Hay que tener en cuenta, además, que CORES colabora en la elaboración de las estadísticas que se remiten a los organismos internacionales que, a su vez, ofrecen información estadística sobre el sector.

Dichas estadísticas permiten diferenciar el consumo de los siguientes productos empleados en el transporte en modo viario:

- Gases Licuados del Petróleo (GLP)
- Gasolinas
- Gasóleos
- Bioetanol
- Biodiésel

Y, de ellos, la parte correspondiente al sector de la automoción, lo que permite identificar la práctica totalidad de los consumos de combustible asociados a la circulación del modo viario.

Hay que tener en cuenta que estas estadísticas incluyen el consumo de gasóleo por parte del parque de vehículos y maquinaria-móvil que se emplea en actividades como la minería, la construcción, las obras públicas y la industria. Así pues, a los efectos de este análisis particular, hace falta descontar dicha cantidad, obtenida a partir del Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente; será en el análisis de la fase de construcción de las infraestructuras cuando el consumo energético de esa maquinaria se incorpore al análisis energético del ciclo de vida del transporte.

Para completar el panorama, falta añadir la parte de Gas Natural Comprimido (GNC) empleado por una parte de la flota de transporte público colectivo de algunos municipios en España. Para identificar estos consumos se recurre a la información proveniente del Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera, cuyas cifras de consumo totales y para cada uno de los productos petrolíferos antes señalados coinciden notablemente con los de CORES, por lo que se considera una fuente fiable para cubrir esta carencia de información.

Para diferenciar los consumos que de cada uno de estos productos energéticos hacen los diferentes modos de transporte viario (y, dentro de ellos, las diferentes tipologías de vehículos), se ha recurrido de nuevo al Inventario Nacional de Emisiones, entre cuyos resultados parciales, dentro del capítulo dedicado al transporte por carretera, se incluye el consumo de combustible asociado al parque de vehículos en España, diferenciando tanto por tipología y tecnología del vehículo, como por su régimen de circulación (interurbana, rural o urbana).

En particular, se ha tomado como referencia el inventario de 2011 para el año 2007, por ser el más próximo al de este año del que se cuenta con información detallada. Mientras que para 2012 se ha contado con la información del inventario de emisiones de dicho año. En ambos casos los consumos se estiman en función de las tres diferentes pautas de conducción que sintetizan, según su metodología, la circulación del modo (a los efectos del presente estudio, dichas pautas han sido posteriormente simplificadas en dos: interurbana, que engloba las pautas interurbana y rural del inventario, y urbana, que se corresponde con la urbana del inventario):

- interurbana
- rural
- urbana

Tabla 212. Consumo de combustibles (en toneladas) según el Inventario Nacional de Emisiones (2011)

CATEGORÍA DE VEHÍCULO	COMBUSTIBLE	CLASE DE VEHÍCULO	TECNOLOGÍA	TOTAL	Interurbano	Rural	Urbano
Autobuses	GAS NATURAL	AUTOCAR	EEV	11.437			11.437
Autobuses	GAS NATURAL	AUTOCAR	EURO I - 91/542/EEC S I	10.463			10.463
Autobuses	GAS NATURAL	AUTOCAR	EURO II - 91/542/EEC S II	16.181			16.181
Autobuses	GAS NATURAL	AUTOCAR	EURO III - COM(97) 627	22.873			22.873
Autobuses	GASÓLEO	AUTOCAR	CONVENCIONAL	3.814	1.790	708	1.315
Autobuses	GASÓLEO	AUTOCAR	EURO I - 91/542/EEC S I	1.636	770	305	560
Autobuses	GASÓLEO	AUTOCAR	EURO II - 91/542/EEC S II	73.598	35.060	13.829	24.709
Autobuses	GASÓLEO	AUTOCAR	EURO III - COM(97) 627	333.474	155.304	61.895	116.275
Autobuses	GASÓLEO	AUTOCAR	EURO IV - COM(1998) 776	360.984	174.153	68.576	118.255
Autobuses	GASÓLEO	AUTOCAR	EURO V - COM(1998) 776	279.627	134.452	52.947	92.228
Autobuses	GASÓLEO	URBANO	CONVENCIONAL	0			
Autobuses	GASÓLEO	URBANO	EURO I - 91/542/EEC S I	0			
Autobuses	GASÓLEO	URBANO	EURO II - 91/542/EEC S II	0			
Autobuses	GASÓLEO	URBANO	EURO III - COM(97) 627	136.400			136.400
Autobuses	GASÓLEO	URBANO	EURO IV - COM(1998) 776	72.379			72.379
Autobuses	GASÓLEO	URBANO	EURO V - COM(1998) 776	47.935			47.935
Ciclomotores	GASOLINA	CICLOMOTOR	CONVENCIONAL	0			
Ciclomotores	GASOLINA	CICLOMOTOR	EURO III	22.738			22.738
Ciclomotores	GASOLINA	CICLOMOTOR	97/24/EC SI	0			
Ciclomotores	GASOLINA	CICLOMOTOR	97/24/EC SII	0			
De carga ligeros	GASÓLEO	LIGERO	CONVENCIONAL	21.063	11.022	3.029	7.012
De carga ligeros	GASÓLEO	LIGERO	EURO I - 93/59/EEC	37.887	18.687	5.087	14.113
De carga ligeros	GASÓLEO	LIGERO	EURO II - 96/69/EC	126.114	62.204	16.932	46.978
De carga ligeros	GASÓLEO	LIGERO	EURO III - 98/69/EC S 2000	647.951	319.591	86.995	241.365
De carga ligeros	GASÓLEO	LIGERO	EURO IV - 98/69/EC S 2005	839.867	414.188	112.745	312.933
De carga ligeros	GASÓLEO	LIGERO	EURO V - EC 715/2007	225.030	110.992	30.213	83.825
De carga ligeros	GASOLINA	LIGERO	CONVENCIONAL	0			
De carga ligeros	GASOLINA	LIGERO	EURO I - 93/59/EEC	2.057	755	294	1.007
De carga ligeros	GASOLINA	LIGERO	EURO II - 96/69/EC	2.225	817	318	1.090
De carga ligeros	GASOLINA	LIGERO	EURO III - 98/69/EC S 2000	11.539	4.236	1.651	5.652
De carga ligeros	GASOLINA	LIGERO	EURO IV - 98/69/EC S 2005	7.959	2.922	1.139	3.898
De carga ligeros	GASOLINA	LIGERO	EURO V - EC 715/2007	1.169	429	167	573
Motocicletas	GASOLINA	DOS TIEMPOS	CONVENCIONAL	3.700	388	103	3.209
Motocicletas	GASOLINA	DOS TIEMPOS	2002/51/EC SI	31.060	3.254	866	26.940
Motocicletas	GASOLINA	DOS TIEMPOS	2002/51/EC SII	97.249	10.189	2.712	84.348
Motocicletas	GASOLINA	DOS TIEMPOS	97/24/EC	1.291	135	36	1.120
Motocicletas	GASOLINA	250 - 750	CONVENCIONAL	5.375	458	149	4.768
Motocicletas	GASOLINA	250 - 750	2002/51/EC SI	27.242	2.557	769	23.916
Motocicletas	GASOLINA	250 - 750	2002/51/EC SII	82.037	7.700	2.315	72.022
Motocicletas	GASOLINA	250 - 750	97/24/EC	2.347	215	65	2.066
Motocicletas	GASOLINA	50 - 250	CONVENCIONAL	2.444	291	82	2.071
Motocicletas	GASOLINA	50 - 250	2002/51/EC SI	19.584	1.974	605	17.005
Motocicletas	GASOLINA	50 - 250	2002/51/EC SII	60.249	6.072	1.860	52.317
Motocicletas	GASOLINA	50 - 250	97/24/EC	877	104	29	744
Motocicletas	GASOLINA	>750	CONVENCIONAL	5.497	458	151	4.889
Motocicletas	GASOLINA	>750	2002/51/EC SI	14.912	1.185	393	13.334
Motocicletas	GASOLINA	>750	2002/51/EC SII	57.002	4.528	1.501	50.972
Motocicletas	GASOLINA	>750	97/24/EC	3.944	291	102	3.551
De carga pesados	GASÓLEO	14 - 32	CONVENCIONAL	38.692	27.841	7.995	2.856
De carga pesados	GASÓLEO	14 - 32	EURO I - 91/542/EEC S I	26.252	19.239	5.505	1.507
De carga pesados	GASÓLEO	14 - 32	EURO II - 91/542/EEC S II	120.154	83.139	23.534	13.482
De carga pesados	GASÓLEO	14 - 32	EURO III - COM(97) 627	352.026	224.107	64.387	63.533
De carga pesados	GASÓLEO	14 - 32	EURO IV - COM(1998) 776	336.594	195.065	55.439	86.091
De carga pesados	GASÓLEO	14 - 32	EURO V - COM(1998) 776	175.145	112.973	32.152	30.019
De carga pesados	GASÓLEO	>32	CONVENCIONAL	19.885	14.284	4.220	1.382
De carga pesados	GASÓLEO	>32	EURO I - 91/542/EEC S I	15.007	11.585	3.422	
De carga pesados	GASÓLEO	>32	EURO II - 91/542/EEC S II	277.509	210.738	62.308	4.464
De carga pesados	GASÓLEO	>32	EURO III - COM(97) 627	1.198.970	919.499	273.868	5.604
De carga pesados	GASÓLEO	>32	EURO IV - COM(1998) 776	1.788.134	1.366.061	406.634	15.439
De carga pesados	GASÓLEO	>32	EURO V - COM(1998) 776	1.278.505	966.257	287.464	24.784

De carga pesados	GASÓLEO	3,5 - 7,5	CONVENCIONAL	14.210	9.501	2.563	2.146
De carga pesados	GASÓLEO	3,5 - 7,5	EURO I - 91/542/EEC S I	48.164	37.141	10.037	986
De carga pesados	GASÓLEO	3,5 - 7,5	EURO II - 91/542/EEC S II	54.893	42.353	11.220	1.320
De carga pesados	GASÓLEO	3,5 - 7,5	EURO III - COM(97) 627	131.934	98.952	26.036	6.946
De carga pesados	GASÓLEO	3,5 - 7,5	EURO IV - COM(1998) 776	159.029	118.233	30.023	10.773
De carga pesados	GASÓLEO	3,5 - 7,5	EURO V - COM(1998) 776	173.333	131.548	33.989	7.796
De carga pesados	GASÓLEO	7,5 - 14	CONVENCIONAL	34.040	24.918	6.871	2.250
De carga pesados	GASÓLEO	7,5 - 14	EURO I - 91/542/EEC S I	25.200	16.033	4.373	4.795
De carga pesados	GASÓLEO	7,5 - 14	EURO II - 91/542/EEC S II	74.775	49.792	13.512	11.472
De carga pesados	GASÓLEO	7,5 - 14	EURO III - COM(97) 627	151.334	92.390	25.454	33.490
De carga pesados	GASÓLEO	7,5 - 14	EURO IV - COM(1998) 776	121.895	76.718	20.726	24.452
De carga pesados	GASÓLEO	7,5 - 14	EURO V - COM(1998) 776	68.890	44.933	12.217	11.740
De carga pesados	GASOLINA	PESADO	CONVENCIONAL	8.497	5.904	1.518	1.075
Turismos	GASÓLEO	<=2	CONVENCIONAL	21.823	10.457	3.142	8.224
Turismos	GASÓLEO	<=2	EURO I - 91/441/EEC	101.261	51.373	16.849	33.039
Turismos	GASÓLEO	<=2	EURO II - 94/12/EC	422.378	208.788	70.615	142.975
Turismos	GASÓLEO	<=2	EURO III - 98/69/EC S 2000	2.419.755	1.104.085	398.068	917.603
Turismos	GASÓLEO	<=2	EURO IV - 98/69/EC S 2005	5.162.008	2.275.641	820.461	2.065.906
Turismos	GASÓLEO	<=2	EURO V - EC 715/2007	1.374.260	620.738	223.801	529.720
Turismos	GASÓLEO	>2	CONVENCIONAL	11.072	5.364	1.612	4.096
Turismos	GASÓLEO	>2	EURO I - 91/441/EEC	44.978	22.542	7.624	14.811
Turismos	GASÓLEO	>2	EURO II - 94/12/EC	128.458	64.381	21.775	42.302
Turismos	GASÓLEO	>2	EURO III - 98/69/EC S 2000	563.651	280.160	94.756	188.735
Turismos	GASÓLEO	>2	EURO IV - 98/69/EC S 2005	1.206.981	595.954	201.564	409.463
Turismos	GASÓLEO	>2	EURO V - EC 715/2007	276.043	137.583	46.534	91.926
Turismos	GASOLINA	HIBRIDO	EURO IV - 98/69/EC S 2005	5.084	2.720	760	1.604
Turismos	GASOLINA	HIBRIDO	EURO V - EC 715/2007	13.281	6.546	1.782	4.953
Turismos	GASOLINA	<1,4	ECE 15/04	70.234	25.755	8.777	35.702
Turismos	GASOLINA	<1,4	EURO I - 91/441/EEC	55.779	20.348	6.920	28.511
Turismos	GASOLINA	<1,4	EURO II - 94/12/EC	136.584	47.895	16.042	72.648
Turismos	GASOLINA	<1,4	EURO III - 98/69/EC S 2000	452.572	159.642	56.083	236.848
Turismos	GASOLINA	<1,4	EURO IV - 98/69/EC S 2005	631.085	222.911	76.755	331.419
Turismos	GASOLINA	<1,4	EURO V - EC 715/2007	172.074	60.780	20.928	90.366
Turismos	GASOLINA	1,4 - 2	ECE 15/04	59.917	20.485	7.313	32.118
Turismos	GASOLINA	1,4 - 2	EURO I - 91/441/EEC	159.359	54.865	19.477	85.016
Turismos	GASOLINA	1,4 - 2	EURO II - 94/12/EC	298.537	98.502	36.879	163.156
Turismos	GASOLINA	1,4 - 2	EURO III - 98/69/EC S 2000	863.948	297.196	105.667	461.086
Turismos	GASOLINA	1,4 - 2	EURO IV - 98/69/EC S 2005	813.343	284.277	103.295	425.771
Turismos	GASOLINA	1,4 - 2	EURO V - EC 715/2007	144.442	49.222	18.086	77.135
Turismos	GASOLINA	>2	ECE 15/04	16.823	5.919	1.781	9.123
Turismos	GASOLINA	>2	EURO I - 91/441/EEC	54.389	18.398	6.629	29.362
Turismos	GASOLINA	>2	EURO II - 94/12/EC	90.132	29.660	11.096	49.376
Turismos	GASOLINA	>2	EURO III - 98/69/EC S 2000	279.350	88.076	34.388	156.887
Turismos	GASOLINA	>2	EURO IV - 98/69/EC S 2005	443.086	134.599	53.958	254.529
Turismos	GASOLINA	>2	EURO V - EC 715/2007	61.988	18.837	7.551	35.599
Turismos	GLP	TURISMO	EURO III - 98/69/EC S 2000	6.300			6.300
Turismos	GLP	TURISMO	EURO IV - 98/69/EC S 2005	10.500			10.500
Turismos	GLP	TURISMO	EURO V - EC 715/2007	4.200			4.200
TOTAL				26.999.952	13.410.074	4.395.003	9.194.877

Fuente: Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2011. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP

Tabla 213. Consumo de combustibles (en toneladas) según el Inventario Nacional de Emisiones (2012)

CATEGORÍA DE VEHÍCULO	COMBUSTIBLE	CLASE DE VEHÍCULO	TECNOLOGÍA	TOTAL	I	R	U
Autobuses	GAS NATURAL	AUTOCAR	EEV	11.437			11.437
Autobuses	GAS NATURAL	AUTOCAR	EURO I - 91/542/EEC S I	10.463			10.463
Autobuses	GAS NATURAL	AUTOCAR	EURO II - 91/542/EEC S II	16.181			16.181
Autobuses	GAS NATURAL	AUTOCAR	EURO III - COM(97) 627	22.873			22.873
Autobuses	GASÓLEO	AUTOCAR	CONVENCIONAL	3.814	1.790	708	1.315
Autobuses	GASÓLEO	AUTOCAR	EURO I - 91/542/EEC S I	1.636	770	305	560
Autobuses	GASÓLEO	AUTOCAR	EURO II - 91/542/EEC S II	73.598	35.060	13.829	24.709
Autobuses	GASÓLEO	AUTOCAR	EURO III - COM(97) 627	333.474	155.304	61.895	116.275
Autobuses	GASÓLEO	AUTOCAR	EURO IV - COM(1998) 776	360.984	174.153	68.576	118.255
Autobuses	GASÓLEO	AUTOCAR	EURO V - COM(1998) 776	279.627	134.452	52.947	92.228
Autobuses	GASÓLEO	URBANO	CONVENCIONAL	0			
Autobuses	GASÓLEO	URBANO	EURO I - 91/542/EEC S I	0			
Autobuses	GASÓLEO	URBANO	EURO II - 91/542/EEC S II	0			
Autobuses	GASÓLEO	URBANO	EURO III - COM(97) 627	136.400			136.400
Autobuses	GASÓLEO	URBANO	EURO IV - COM(1998) 776	72.379			72.379
Autobuses	GASÓLEO	URBANO	EURO V - COM(1998) 776	47.935			47.935
Ciclomotores	GASOLINA	CICLOMOTOR	CONVENCIONAL	0			
Ciclomotores	GASOLINA	CICLOMOTOR	EURO III	22.738			22.738
Ciclomotores	GASOLINA	CICLOMOTOR	97/24/EC SI	0			
Ciclomotores	GASOLINA	CICLOMOTOR	97/24/EC SII	0			
De carga ligeros	GASÓLEO	LIGERO	CONVENCIONAL	21.063	11.022	3.029	7.012
De carga ligeros	GASÓLEO	LIGERO	EURO I - 93/59/EEC	37.887	18.687	5.087	14.113
De carga ligeros	GASÓLEO	LIGERO	EURO II - 96/69/EC	126.114	62.204	16.932	46.978
De carga ligeros	GASÓLEO	LIGERO	EURO III - 98/69/EC S 2000	647.951	319.591	86.995	241.365
De carga ligeros	GASÓLEO	LIGERO	EURO IV - 98/69/EC S 2005	839.867	414.188	112.745	312.933
De carga ligeros	GASÓLEO	LIGERO	EURO V - EC 715/2007	225.030	110.992	30.213	83.825
De carga ligeros	GASOLINA	LIGERO	CONVENCIONAL	0			
De carga ligeros	GASOLINA	LIGERO	EURO I - 93/59/EEC	2.057	755	294	1.007
De carga ligeros	GASOLINA	LIGERO	EURO II - 96/69/EC	2.225	817	318	1.090
De carga ligeros	GASOLINA	LIGERO	EURO III - 98/69/EC S 2000	11.539	4.236	1.651	5.652
De carga ligeros	GASOLINA	LIGERO	EURO IV - 98/69/EC S 2005	7.959	2.922	1.139	3.898
De carga ligeros	GASOLINA	LIGERO	EURO V - EC 715/2007	1.169	429	167	573
Motocicletas	GASOLINA	DOS TIEMPOS	CONVENCIONAL	3.700	388	103	3.209
Motocicletas	GASOLINA	DOS TIEMPOS	2002/51/EC SI	31.060	3.254	866	26.940
Motocicletas	GASOLINA	DOS TIEMPOS	2002/51/EC SII	97.249	10.189	2.712	84.348
Motocicletas	GASOLINA	DOS TIEMPOS	97/24/EC	1.291	135	36	1.120
Motocicletas	GASOLINA	250 - 750	CONVENCIONAL	5.375	458	149	4.768
Motocicletas	GASOLINA	250 - 750	2002/51/EC SI	27.242	2.557	769	23.916
Motocicletas	GASOLINA	250 - 750	2002/51/EC SII	82.037	7.700	2.315	72.022
Motocicletas	GASOLINA	250 - 750	97/24/EC	2.347	215	65	2.066
Motocicletas	GASOLINA	50 - 250	CONVENCIONAL	2.444	291	82	2.071
Motocicletas	GASOLINA	50 - 250	2002/51/EC SI	19.584	1.974	605	17.005
Motocicletas	GASOLINA	50 - 250	2002/51/EC SII	60.249	6.072	1.860	52.317
Motocicletas	GASOLINA	50 - 250	97/24/EC	877	104	29	744
Motocicletas	GASOLINA	>750	CONVENCIONAL	5.497	458	151	4.889
Motocicletas	GASOLINA	>750	2002/51/EC SI	14.912	1.185	393	13.334
Motocicletas	GASOLINA	>750	2002/51/EC SII	57.002	4.528	1.501	50.972
Motocicletas	GASOLINA	>750	97/24/EC	3.944	291	102	3.551
De carga pesados	GASÓLEO	14 - 32	CONVENCIONAL	38.692	27.841	7.995	2.856
De carga pesados	GASÓLEO	14 - 32	EURO I - 91/542/EEC S I	26.252	19.239	5.505	1.507
De carga pesados	GASÓLEO	14 - 32	EURO II - 91/542/EEC S II	120.154	83.139	23.534	13.482
De carga pesados	GASÓLEO	14 - 32	EURO III - COM(97) 627	352.026	224.107	64.387	63.533
De carga pesados	GASÓLEO	14 - 32	EURO IV - COM(1998) 776	336.594	195.065	55.439	86.091

De carga pesados	GASÓLEO	14 - 32	EURO V - COM(1998) 776	175.145	112.973	32.152	30.019
De carga pesados	GASÓLEO	>32	CONVENCIONAL	19.885	14.284	4.220	1.382
De carga pesados	GASÓLEO	>32	EURO I - 91/542/EEC S I	15.007	11.585	3.422	
De carga pesados	GASÓLEO	>32	EURO II - 91/542/EEC S II	277.509	210.738	62.308	4.464
De carga pesados	GASÓLEO	>32	EURO III - COM(97) 627	1.198.970	919.499	273.868	5.604
De carga pesados	GASÓLEO	>32	EURO IV - COM(1998) 776	1.788.134	1.366.061	406.634	15.439
De carga pesados	GASÓLEO	>32	EURO V - COM(1998) 776	1.278.505	966.257	287.464	24.784
De carga pesados	GASÓLEO	3,5 - 7,5	CONVENCIONAL	14.210	9.501	2.563	2.146
De carga pesados	GASÓLEO	3,5 - 7,5	EURO I - 91/542/EEC S I	48.164	37.141	10.037	986
De carga pesados	GASÓLEO	3,5 - 7,5	EURO II - 91/542/EEC S II	54.893	42.353	11.220	1.320
De carga pesados	GASÓLEO	3,5 - 7,5	EURO III - COM(97) 627	131.934	98.952	26.036	6.946
De carga pesados	GASÓLEO	3,5 - 7,5	EURO IV - COM(1998) 776	159.029	118.233	30.023	10.773
De carga pesados	GASÓLEO	3,5 - 7,5	EURO V - COM(1998) 776	173.333	131.548	33.989	7.796
De carga pesados	GASÓLEO	7,5 - 14	CONVENCIONAL	34.040	24.918	6.871	2.250
De carga pesados	GASÓLEO	7,5 - 14	EURO I - 91/542/EEC S I	25.200	16.033	4.373	4.795
De carga pesados	GASÓLEO	7,5 - 14	EURO II - 91/542/EEC S II	74.775	49.792	13.512	11.472
De carga pesados	GASÓLEO	7,5 - 14	EURO III - COM(97) 627	151.334	92.390	25.454	33.490
De carga pesados	GASÓLEO	7,5 - 14	EURO IV - COM(1998) 776	121.895	76.718	20.726	24.452
De carga pesados	GASÓLEO	7,5 - 14	EURO V - COM(1998) 776	68.890	44.933	12.217	11.740
De carga pesados	GASOLINA	PESADO	CONVENCIONAL	8.497	5.904	1.518	1.075
Turismos	GASÓLEO	<=2	CONVENCIONAL	21.823	10.457	3.142	8.224
Turismos	GASÓLEO	<=2	EURO I - 91/441/EEC	101.261	51.373	16.849	33.039
Turismos	GASÓLEO	<=2	EURO II - 94/12/EC	422.378	208.788	70.615	142.975
Turismos	GASÓLEO	<=2	EURO III - 98/69/EC S 2000	2.419.755	1.104.085	398.068	917.603
Turismos	GASÓLEO	<=2	EURO IV - 98/69/EC S 2005	5.162.008	2.275.641	820.461	2.065.906
Turismos	GASÓLEO	<=2	EURO V - EC 715/2007	1.374.260	620.738	223.801	529.720
Turismos	GASÓLEO	>2	CONVENCIONAL	11.072	5.364	1.612	4.096
Turismos	GASÓLEO	>2	EURO I - 91/441/EEC	44.978	22.542	7.624	14.811
Turismos	GASÓLEO	>2	EURO II - 94/12/EC	128.458	64.381	21.775	42.302
Turismos	GASÓLEO	>2	EURO III - 98/69/EC S 2000	563.651	280.160	94.756	188.735
Turismos	GASÓLEO	>2	EURO IV - 98/69/EC S 2005	1.206.981	595.954	201.564	409.463
Turismos	GASÓLEO	>2	EURO V - EC 715/2007	276.043	137.583	46.534	91.926
Turismos	GASOLINA	HIBRIDO	EURO IV - 98/69/EC S 2005	5.084	2.720	760	1.604
Turismos	GASOLINA	HIBRIDO	EURO V - EC 715/2007	13.281	6.546	1.782	4.953
Turismos	GASOLINA	<1,4	ECE 15/04	70.234	25.755	8.777	35.702
Turismos	GASOLINA	<1,4	EURO I - 91/441/EEC	55.779	20.348	6.920	28.511
Turismos	GASOLINA	<1,4	EURO II - 94/12/EC	136.584	47.895	16.042	72.648
Turismos	GASOLINA	<1,4	EURO III - 98/69/EC S 2000	452.572	159.642	56.083	236.848
Turismos	GASOLINA	<1,4	EURO IV - 98/69/EC S 2005	631.085	222.911	76.755	331.419
Turismos	GASOLINA	<1,4	EURO V - EC 715/2007	172.074	60.780	20.928	90.366
Turismos	GASOLINA	1,4 - 2	ECE 15/04	59.917	20.485	7.313	32.118
Turismos	GASOLINA	1,4 - 2	EURO I - 91/441/EEC	159.359	54.865	19.477	85.016
Turismos	GASOLINA	1,4 - 2	EURO II - 94/12/EC	298.537	98.502	36.879	163.156
Turismos	GASOLINA	1,4 - 2	EURO III - 98/69/EC S 2000	863.948	297.196	105.667	461.086
Turismos	GASOLINA	1,4 - 2	EURO IV - 98/69/EC S 2005	813.343	284.277	103.295	425.771
Turismos	GASOLINA	1,4 - 2	EURO V - EC 715/2007	144.442	49.222	18.086	77.135
Turismos	GASOLINA	>2	ECE 15/04	16.823	5.919	1.781	9.123
Turismos	GASOLINA	>2	EURO I - 91/441/EEC	54.389	18.398	6.629	29.362
Turismos	GASOLINA	>2	EURO II - 94/12/EC	90.132	29.660	11.096	49.376
Turismos	GASOLINA	>2	EURO III - 98/69/EC S 2000	279.350	88.076	34.388	156.887
Turismos	GASOLINA	>2	EURO IV - 98/69/EC S 2005	443.086	134.599	53.958	254.529
Turismos	GASOLINA	>2	EURO V - EC 715/2007	61.988	18.837	7.551	35.599
Turismos	GLP	TURISMO	EURO III - 98/69/EC S 2000	6.300			6.300
Turismos	GLP	TURISMO	EURO IV - 98/69/EC S 2005	10.500			10.500
Turismos	GLP	TURISMO	EURO V - EC 715/2007	4.200			4.200
TOTAL				26.999.952	13.410.074	4.395.003	9.194.877

A partir de esta información es sencillo calcular el peso relativo del consumo asociado a cada tipo de vehículo respecto al consumo total de combustible en el sector viario.

Tabla 214. Proporción del consumo de combustible por categoría de vehículo (2007)

	GAS NATURAL	GASÓLEO	GASOLINA	GLP
Turismos	0,0%	54,3%	91,1%	100,0%
Autobuses	100,0%	6,1%	0,0%	0,0%
Ciclomotores	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%
Motocicletas	0,0%	0,0%	7,8%	0,0%
De carga ligeros	0,0%	8,8%	0,5%	0,0%
De carga pesados	0,0%	30,9%	0,2%	0,0%

Tabla 215. Proporción del consumo de combustible por categoría de vehículo (2012)

	GAS NATURAL	GASÓLEO	GASOLINA	GLP
Turismos	0,0%	54,7%	91,0%	100,0%
Autobuses	100,0%	6,2%	0,0%	0,0%
Ciclomotores	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%
Motocicletas	0,0%	0,0%	7,9%	0,0%
De carga ligeros	0,0%	8,6%	0,4%	0,0%
De carga pesados	0,0%	30,5%	0,2%	0,0%

También es posible conocer, a partir de la información anterior, cómo se reparte el consumo de los diferentes combustibles usados por los submodos viarios en función del ámbito de los recorridos en que dicho consumo energético se produce:

Tabla 216. Reparto del consumo energético en el viario según ámbito de recorridos en 2011 (energía primaria)

	GAS NATURAL		GASOIL		GASOLINA		GLP		TOTAL	
	Inter.	Urb.	Inter.	Urb.	Inter.	Urb.	Inter.	Urb.	Inter.	Urb.
Autobuses	0%	100%	53%	47%	-	-	-	-	52%	48%
Ciclomotores	-	-	-	-	0%	100%	-	-	12%	88%
Motocicletas	-	-	-	-	12%	88%	-	-		
Turismos	-	-	62%	38%	46%	54%	0%	100%	57%	43%
De carga ligeros	-	-	63%	37%	51%	49%	-	-	63%	37%
De carga pesados	-	-	95%	5%	87%	13%	-	-	94%	6%

Tabla 217. Reparto del consumo energético en el viario según ámbito de recorridos en 2012 (energía primaria)

	GAS NATURAL		GASOIL		GASOLINA		GLP		TOTAL	
	Inter.	Urb.	Inter.	Urb.	Inter.	Urb.	Inter.	Urb.	Inter.	Urb.
Autobuses	0%	100%	54%	46%	-	-	-	-	51%	49%
Ciclomotores	-	-	-	-	0%	100%	-	-	12%	88%
Motocicletas	-	-	-	-	12%	88%	-	-		
Turismos	-	-	61%	39%	48%	52%	0%	100%	57%	43%
De carga ligeros	-	-	62%	38%	51%	49%	-	-	62%	38%
De carga pesados	-	-	95%	5%	89%	11%	-	-	95%	5%

Estas proporciones han sido aplicadas al total del consumo de combustibles obtenido de las estadísticas de CORES, con lo que se obtiene una imagen totalmente desagregada del consumo energético por el sector del transporte viario en su fase de circulación para los dos años de referencia (solo se incluyen aquí los totales, aunque los porcentajes de la tabla anterior permitirían conocer el reparto entre pauta interurbana y urbana; de igual modo, la información disponible permite desagregar el análisis para los diferentes tipos de vehículo dentro de cada categoría).

Tabla 218. Consumo de energía en circulación del modo viario (2007)

AÑO 2007	CONSUMO DE ENERGÍA FINAL (TEP)				CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA (TEP EP)
	GAS NATURAL	GASÓLEO	GASOLINA	GLP	
Turismos	0	13.570.681	6.403.240	13.408	20.545.923
Autobuses	38.077	1.515.045	0	0	1.737.592
Ciclomotores	0	0	30.194	0	33.214
Motocicletas	0	0	550.835	0	605.918
De carga ligeros	0	2.195.235	33.130	0	2.495.106
De carga pesados	0	7.731.759	11.283	0	8.671.982
TOTAL	38.077	25.012.719	7.028.683	13.408	34.089.735

Tabla 219. Consumo de energía en circulación del modo viario (2012)

AÑO 2007	CONSUMO DE ENERGÍA FINAL (TEP)				CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA (TEP EP)
	GAS NATURAL	GASÓLEO	GASOLINA	GLP	
Turismos	0	11.352.165	4.704.125	28.688	16.520.716
Autobuses	76.154	1.294.530	0	0	1.531.358
Ciclomotores	0	0	22.958	0	25.254
Motocicletas	0	0	410.301	0	451.331
De carga ligeros	0	1.777.198	22.545	0	2.015.261
De carga pesados	0	6.317.303	8.361	0	7.084.577
TOTAL	76.154	20.741.197	5.168.290	28.688	27.628.498

A partir de estos consumos totales por categoría y tipo de vehículo, teniendo en cuenta los datos de producción de transporte en el modo viario, es posible estimar los consumos unitarios de cada una de estas tipologías, tanto en relación con el número de personas o toneladas transportadas, como en relación al número de plazas ofertadas o su capacidad de carga. Pero, para ello, se requiere la desagregación de la información sobre producción de transporte al mismo nivel de detalle que el obtenido para el caso de los consumos energéticos, es decir, a nivel de categoría y tipo de vehículo.

El método seguido para esta desagregación es análogo al empleado en el caso de los consumos de combustible, pues el Inventario de Emisiones antes referido ofrece también entre sus resultados parciales los recorridos realizados por el parque de vehículos español, clasificado tanto por tipología de vehículo, como por su régimen de circulación (interurbana, rural o urbana). A partir de esta información se han calculado los pesos relativos de cada tipología con respecto al total de los recorridos registrados:

Tabla 220. Proporción de los recorridos de cada medio en los diferentes tipos de viario (2007)

			Interurbana + Rural % de Vehículos-km	Urbana % de Vehículos-km
Turismos	Gasoil	<=2	65,74%	58,80%
Turismos	Gasoil	>2	12,01%	8,54%
Turismos	Gasolina	<1,4	8,07%	11,65%
Turismos	Gasolina	1,4 – 2	10,66%	15,49%
Turismos	Gasolina	>2	3,33%	4,81%
Turismos	Gasolina	HIBRIDO	0,19%	0,33%
Turismos	GLP	-	0,00%	0,38%
TURISMOS			100,00%	100,00%
Motocicletas	Gasolina	50 – 250	29,08%	29,08%
Motocicletas	Gasolina	250 – 750	24,49%	24,49%
Motocicletas	Gasolina	>750	12,88%	12,88%
Motocicletas	Gasolina	DOS TIEMPOS	33,54%	33,54%
MOTOCICLETAS			100,00%	100,00%
Ciclomotores	Gasolina	-	100,00%	100,00%
CICLOMOTORES			100,00%	100,00%
Autobuses	Gasoil	AUTOCAR	100,00%	47,76%
Autobuses	Gasoil	URBANO	0,00%	44,29%
Autobuses	Gas Natural	AUTOCAR	0,00%	7,95%
AUTOBUSES			100,00%	100,00%
De carga ligeros	Gasoil	-	98,89%	98,88%
De carga ligeros	Gasolina	-	1,11%	1,12%
DE CARGA LIGERO			100,00%	100,00%
De carga pesados	Gasoil	3,5 – 7,5	18,94%	15,14%
De carga pesados	Gasoil	7,5 – 14	10,65%	31,54%
De carga pesados	Gasoil	14 – 32	16,57%	45,66%
De carga pesados	Gasoil	>32	53,64%	7,27%
De carga pesados	Gasolina	-	0,20%	0,39%
DE CARGA PESADOS			100,00%	100,00%

Tabla 221. Proporción de los recorridos de cada medio en los diferentes tipos de viario (2012)

			Interurbana + Rural % de Vehículos-km	Urbana % de Vehículos-km
Turismos	Gasoil	<=2	65,03%	59,30%
Turismos	Gasoil	>2	11,46%	8,32%
Turismos	Gasolina	<1,4	8,79%	11,86%
Turismos	Gasolina	1,4 – 2	11,06%	15,01%
Turismos	Gasolina	>2	3,42%	4,62%
Turismos	Gasolina	HIBRIDO	0,25%	0,41%
Turismos	GLP	-	0,00%	0,48%
TURISMOS			100,00%	100,00%
Motocicletas	Gasolina	50 – 250	29,75%	29,75%
Motocicletas	Gasolina	250 – 750	23,75%	23,75%
Motocicletas	Gasolina	>750	12,16%	12,16%
Motocicletas	Gasolina	DOS TIEMPOS	34,33%	34,33%
MOTOCICLETAS			100,00%	100,00%
Ciclomotores	Gasolina	-	100,00%	100,00%
CICLOMOTORES			100,00%	100,00%
Autobuses	Gasoil	AUTOCAR	100,00%	47,70%
Autobuses	Gasoil	URBANO	0,00%	43,55%
Autobuses	Gas Natural	AUTOCAR	0,00%	8,75%
AUTOBUSES			100,00%	100,00%

De carga ligeros	Gasoil	-	98,90%	98,89%
De carga ligeros	Gasolina	-	1,10%	1,11%
DE CARGA LIGERO			100,00%	100,00%
De carga pesados	Gasoil	3,5 – 7,5	19,00%	16,18%
De carga pesados	Gasoil	7,5 – 14	7,62%	32,48%
De carga pesados	Gasoil	14 – 32	16,53%	43,84%
De carga pesados	Gasoil	>32	56,63%	7,13%
De carga pesados	Gasolina	-	0,22%	0,38%
DE CARGA PESADOS			100,00%	100,00%

A partir de esas cifras, basta con poner en relación los consumos de cada tipología de vehículo con sus recorridos para obtener los correspondientes factores de consumo unitario por persona-km o tonelada-km. Si, además, se tiene en cuenta el grado de ocupación de los vehículos, se obtienen los factores de consumo unitario por plaza-km o en relación a su capacidad de carga máxima.

Tabla 222. Consumos de energía primaria en circulación para los diferentes tipos de vehículos en el viario (2007 y 2012) – Método 1

Categoría	Combustible	Clase	Consumo unitario de energía primaria (Interurbano)				Consumo unitario de energía primaria (Urbano)				Consumo unitario de energía primaria (Promedio)			
			Kep EP/100 persona-km		Kep EP/100 plaza-km		Kep EP/100 persona-km		Kep EP/100 plaza-km		Kep EP/100 persona-km		Kep EP/100 plaza-km	
			2007	2012	2007	2012	2007	2012	2007	2012	2007	2012	2007	2012
Turismos	Gasoil	≤ 2	3,410	3,078	1,449	1,300	5,272	4,670	2,148	1,926	3,953	3,561	1,659	1,493
Turismos	Gasoil	>2	4,758	4,297	2,022	1,816	7,378	6,535	3,007	2,696	5,404	4,874	2,273	2,046
Turismos	Gasoil	Total	3,618	3,260	1,538	1,377	5,539	4,899	2,257	2,021	4,166	3,747	1,749	1,572
Turismos	Gasolina	<1,4	3,903	2,995	1,659	1,265	6,454	4,903	2,630	2,022	4,922	3,743	2,057	1,567
Turismos	Gasolina	1,4 - 2	4,476	3,434	1,902	1,451	7,595	5,752	3,095	2,373	5,727	4,346	2,393	1,819
Turismos	Gasolina	>2	5,372	4,128	2,283	1,744	10,505	8,011	4,281	3,305	7,423	5,651	3,102	2,365
Turismos	Gasolina	HIBRIDO	2,687	2,063	1,142	0,871	1,866	1,402	0,760	0,578	2,322	1,773	0,968	0,741
Turismos	Gasolina	Total	4,387	3,356	1,864	1,418	7,558	5,708	3,080	2,354	5,658	4,281	2,364	1,792
Turismos	GLP	-	-	-	-	-	2,418	4,220	0,985	1,741	2,418	4,220	0,985	1,741
Turismos	GLP	Total	-	-	-	-	2,418	4,220	0,985	1,741	2,418	4,220	0,985	1,741
TURISMOS	TODOS	TODOS	3,789	3,283	1,610	1,387	6,179	5,154	2,518	2,126	4,543	3,888	1,905	1,630
Motocicletas	Gasolina	50 - 250	2,492	2,449	1,408	1,372	2,369	2,328	1,315	1,280	2,384	2,343	1,326	1,291
Motocicletas	Gasolina	250 - 750	3,821	3,765	2,159	2,109	4,006	3,942	2,223	2,168	3,983	3,920	2,215	2,161
Motocicletas	Gasolina	>750	4,396	4,331	2,483	2,426	5,391	5,303	2,992	2,916	5,265	5,183	2,929	2,857
Motocicletas	Gasolina	DOS TIEMPOS	3,468	3,418	1,959	1,914	3,291	3,238	1,826	1,781	3,313	3,260	1,843	1,797
Motocicletas	Gasolina	Total	3,390	3,323	1,916	1,861	3,469	3,385	1,925	1,862	3,459	3,378	1,924	1,862
Ciclomotores	Gasolina	-	-	-	-	-	1,022	1,983	0,603	1,120	1,022	1,983	0,603	1,120
Ciclomotores	Gasolina	Total	-	-	-	-	1,022	1,983	0,603	1,120	1,022	1,983	0,603	1,120
MOTOS + CICLOMOTORES	TODOS	TODOS	3,390	3,323	1,916	1,861	3,040	3,248	1,705	1,791	3,077	3,256	1,727	1,799
Autobuses	Gasoil	AUTOCAR	1,532	1,430	0,764	0,676	5,837	5,158	1,518	1,341	2,036	1,887	0,916	0,811
Autobuses	Gasoil	URBANO	-	-	-	-	4,574	3,995	1,189	1,039	4,574	3,995	1,189	1,039
Autobuses	Gasoil	Total	1,532	1,430	0,764	0,676	5,229	4,603	1,360	1,197	2,285	2,099	0,959	0,846
Autobuses	Gas Natural	AUTOCAR	-	-	-	-	3,122	5,837	0,812	1,518	3,122	5,837	0,812	1,518
Autobuses	Gas Natural	Total	-	-	-	-	3,122	5,837	0,812	1,518	3,122	5,837	0,812	1,518
AUTOBUSES	TODOS	TODOS	1,532	1,430	0,764	0,676	5,062	4,711	1,316	1,225	2,299	2,173	0,955	0,867

Categoría	Combustible	Clase	Consumo unitario d energía primaria (Interurbano)				Consumo unitario de energía primaria (Urbano)				Consumo unitario de energía primaria (Promedio)			
			Kep EP/100 t-km		Kep EP/100 t _{max} -km		Kep EP/100 t-km		Kep EP/100 t _{max} -km		Kep EP/100 t-km		Kep EP/100 t _{max} -km	
			2007	2012	2007	2012	2007	2012	2007	2012	2007	2012	2007	2012
De carga ligeros	Gasoil	-	7,365	9,773	4,787	6,362	9,647	12,806	6,271	8,337	8,076	10,729	5,250	6,985
De carga ligeros	Gasoil	Total	7,365	9,773	4,787	6,362	9,647	12,806	6,271	8,337	8,076	10,729	5,250	6,985
De carga ligeros	Gasolina	-	7,896	8,867	5,132	5,772	16,647	18,703	10,821	12,176	10,634	11,979	6,912	7,798
De carga ligeros	Gasolina	Total	7,896	8,867	5,132	5,772	16,647	18,703	10,821	12,176	10,634	11,979	6,912	7,798
DE CARGA LIGEROS	TODOS	TODOS	7,371	9,763	4,791	6,356	9,725	12,872	6,322	8,379	8,105	10,743	5,268	6,994
De carga pesados	Gasoil	-	2,412	2,862	1,568	1,863	2,664	3,031	1,732	1,973	2,424	2,871	1,576	1,869
De carga pesados	Gasoil	Total	2,412	2,862	1,568	1,863	2,664	3,031	1,732	1,973	2,424	2,871	1,576	1,869
De carga pesados	Gasolina	-	1,583	1,559	1,029	1,015	2,240	2,204	1,456	1,435	1,644	1,613	1,068	1,050
De carga pesados	Gasolina	Total	1,583	1,559	1,029	1,015	2,240	2,204	1,456	1,435	1,644	1,613	1,068	1,050
DE CARGA PESADOS	TODOS	TODOS	2,410	2,859	1,566	1,861	2,662	3,028	1,731	1,971	2,423	2,868	1,575	1,867

Método 2: Metodología Tier 3 de la Agencia Europea de Medioambiente (de abajo a arriba).

A partir de la metodología Tier 3 de la Agencia Europea de Medioambiente (EEA) (explicada en su publicación "EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook 2013"), es posible calcular los factores de consumo unitario del parque de vehículos español. Su estimación se puede realizar a través del software COPERT IV⁶⁶, asociado a esta metodología, de acuerdo con los siguientes criterios de cálculo:

- Datos climatológicos: se incluyen los datos específicos de España a partir de la "Guía resumida del clima en España 1981-2010", de la Agencia Estatal de Meteorología.
- Presión de Vapor Reid: es un parámetro que se relaciona con las emisiones evaporativas de los combustibles y que, por tanto, se relacionan con la climatología, lo que lo convierte en un parámetro específico de cada territorio. En este caso se han empleado valores específicos de España, obtenidos del estudio del Observatorio Industrial del Sector Fabricantes de Automóviles y Camiones sobre "Evaluación básica de análisis de ciclo de vida de la fabricación, uso y fin de vida de los automóviles y camiones en España".
- Flota de vehículos: se incorpora la flota presente en España, clasificada por tipología y tecnología de los mismos.
- Actividad: no resulta un parámetro relevante en este caso, pues el cálculo se limita a la obtención de los factores de consumo unitarios, que son independientes de los recorridos (no así de la forma y contexto en que se producen éstos), por lo que se incluye un valor cualquiera, en particular 1.000 km anuales.
- Pautas de conducción: no resulta un parámetro relevante en este caso, pues el cálculo se limita a la obtención de los factores de consumo unitarios, que son independientes del reparto por pautas de conducción en los recorridos, por lo que se incluye un reparto cualquiera, en particular 50% pauta urbana, 25% pauta rural y 25% pauta interurbana.
- Velocidades de circulación en cada pauta: se han consultado las velocidades medias en autovía y carreteras convencionales según los datos de la red de aforos de la red del Estado (publicadas en el Anuario Estadístico del MFOM) y se ha supuesto que en las redes autonómicas y provinciales también son válidas estas velocidades medias. Se ha asignado la velocidad media en autovía al régimen "Interurbano" y la de carreteras convencionales al régimen "Rural". Al régimen "Urbano" se le ha asignado una velocidad de 20 km/h".

Tabla 223. Velocidades medias de circulación en la Red de Carreteras del Estado

	2007		2012	
	Ligeros	Pesados	Ligeros	Pesados
Autovías	97,97	84,35	101,31	86,80
Carreteras convencionales	75,38	72,99	78,56	76,42

- Índices de ocupación y carga: donde es relevante para el cálculo (camiones y autobuses) se han empleado los índices de ocupación y carga estimados a la hora de determinar la producción de transporte viario.
- El resto de parámetros se ha mantenido con sus valores por defecto.

Los resultados obtenidos son los expresados en las tablas siguientes:

⁶⁶ Descargable en <http://www.emisia.com/copert/>

Tabla 224. Consumos de energía primaria en circulación para los diferentes tipos de vehículos en el viario (2007 y 2012) – Método 2

Categoría	Combustible	Clase	Consumo unitario de energía primaria (Interurbano)				Consumo unitario de energía primaria (Urbano)				Consumo unitario de energía primaria (Promedio)			
			Kep EP/100 persona-km		Kep EP/100 plaza-km		Kep EP/100 persona-km		Kep EP/100 plaza-km		Kep EP/100 persona-km		Kep EP/100 plaza-km	
			2007	2012	2007	2012	2007	2012	2007	2012	2007	2012	2007	2012
Turismos	Gasoil	≤ 2	2,668	2,720	1,134	1,149	4,170	4,120	1,699	1,699	3,107	3,145	1,304	1,319
Turismos	Gasoil	>2	3,939	4,019	1,674	1,698	6,741	6,659	2,747	2,747	4,630	4,699	1,947	1,973
Turismos	Gasoil	Total	2,865	2,915	1,218	1,231	4,496	4,432	1,832	1,828	3,330	3,366	1,398	1,412
Turismos	Gasolina	<1,4	3,012	3,085	1,280	1,304	5,364	5,299	2,186	2,186	3,951	3,953	1,651	1,655
Turismos	Gasolina	1,4 - 2	3,811	3,902	1,620	1,649	7,340	7,251	2,991	2,991	5,226	5,220	2,184	2,185
Turismos	Gasolina	>2	4,492	4,551	1,909	1,923	9,918	9,798	4,042	4,042	6,660	6,610	2,783	2,766
Turismos	Gasolina	HIBRIDO	2,397	2,465	1,019	1,041	2,362	2,333	0,962	0,962	2,381	2,407	0,993	1,006
Turismos	Gasolina	Total	3,611	3,676	1,535	1,553	6,960	6,831	2,836	2,818	4,953	4,917	2,069	2,058
Turismos	GLP	-	3,356	3,442	1,426	1,454	4,869	4,810	1,984	1,984	4,869	4,810	1,984	1,984
Turismos	GLP	Total	3,356	3,442	1,426	1,454	4,869	4,810	1,984	1,984	4,869	4,810	1,984	1,984
TURISMOS	TODOS	TODOS	3,031	3,094	1,288	1,307	5,293	5,199	2,157	2,145	3,744	3,775	1,570	1,582
Motocicletas	Gasolina	50 - 250	3,262	3,391	1,843	1,899	3,875	3,910	2,151	2,151	3,797	3,846	2,112	2,120
Motocicletas	Gasolina	250 - 750	2,871	2,965	1,622	1,661	2,944	2,970	1,634	1,634	2,935	2,970	1,632	1,637
Motocicletas	Gasolina	>750	3,697	3,824	2,089	2,142	4,845	4,889	2,689	2,689	4,699	4,757	2,614	2,622
Motocicletas	Gasolina	DOS TIEMPOS	4,214	4,326	2,381	2,422	6,263	6,320	3,476	3,476	6,003	6,074	3,339	3,348
Motocicletas	Gasolina	Total	3,542	3,663	2,001	2,051	4,573	4,633	2,538	2,548	4,442	4,514	2,471	2,488
Ciclomotores	Gasolina	-	2,064	2,136	1,228	1,228	2,082	2,174	1,228	1,228	2,082	2,174	1,228	1,228
Ciclomotores	Gasolina	Total	2,064	2,136	1,228	1,228	2,082	2,174	1,228	1,228	2,082	2,174	1,228	1,228
MOTOS + CICLOMOTORES	TODOS	TODOS	3,542	3,663	2,001	2,051	4,158	4,398	2,332	2,425	4,092	4,315	2,297	2,384
Autobuses	Gasoil	AUTOCAR	0,943	0,980	0,470	0,463	3,947	3,947	1,026	1,026	1,294	1,343	0,583	0,577
Autobuses	Gasoil	URBANO	0,948	0,985	0,472	0,465	3,108	3,108	0,808	0,808	3,108	3,108	0,808	0,808
Autobuses	Gasoil	Total	0,943	0,980	0,470	0,463	3,543	3,547	0,921	0,922	1,472	1,521	0,618	0,613
Autobuses	Gas Natural	AUTOCAR	2,182	2,298	1,087	1,086	4,604	4,604	1,197	1,197	4,604	4,604	1,197	1,197
Autobuses	Gas Natural	Total	2,182	2,298	1,087	1,086	4,604	4,604	1,197	1,197	4,604	4,604	1,197	1,197
AUTOBUSES	TODOS	TODOS	0,943	0,980	0,470	0,463	3,628	3,639	0,943	0,946	1,526	1,582	0,634	0,631

Categoría	Combustible	Clase	Consumo unitario d energía primaria (Interurbano)				Consumo unitario de energía primaria (Urbano)				Consumo unitario de energía primaria (Promedio)			
			Kep EP/100 t-km		Kep EP/100 t _{max} -km		Kep EP/100 t-km		Kep EP/100 t _{max} -km		Kep EP/100 t-km		Kep EP/100 t _{max} -km	
			2007	2012	2007	2012	2007	2012	2007	2012	2007	2012	2007	2012
De carga ligeros	Gasoil	-	9,746	10,185	6,335	6,631	14,323	14,323	9,310	9,325	11,172	11,490	7,262	7,480
De carga ligeros	Gasoil	Total	9,746	10,185	6,335	6,631	14,323	14,323	9,310	9,325	11,172	11,490	7,262	7,480
De carga ligeros	Gasolina	-	9,323	9,458	6,060	6,157	20,934	20,934	13,607	13,628	12,956	13,089	8,421	8,521
De carga ligeros	Gasolina	Total	9,323	9,458	6,060	6,157	20,934	20,934	13,607	13,628	12,956	13,089	8,421	8,521
DE CARGA LIGEROS	TODOS	TODOS	9,741	10,177	6,332	6,625	14,397	14,397	9,358	9,372	11,192	11,508	7,275	7,491
De carga pesados	Gasoil	-	2,242	2,178	1,457	1,418	4,177	4,106	2,715	2,673	2,338	2,277	1,520	1,482
De carga pesados	Gasoil	Total	2,242	2,178	1,457	1,418	4,177	4,106	2,715	2,673	2,338	2,277	1,520	1,482
De carga pesados	Gasolina	-	1,641	1,625	1,067	1,058	2,366	2,326	1,538	1,514	1,708	1,683	1,110	1,096
De carga pesados	Gasolina	Total	1,641	1,625	1,067	1,058	2,366	2,326	1,538	1,514	1,708	1,683	1,110	1,096
DE CARGA PESADOS	TODOS	TODOS	2,240	2,177	1,456	1,417	4,170	4,100	2,711	2,669	2,337	2,275	1,519	1,481

Los factores de consumo calculados mediante la metodología de la EEA pueden ser empleados para la estimación de los consumos de energía del modo viario en su fase de circulación, mediante su aplicación directa a las magnitudes de los desplazamientos, cuyo desglose por categorías y tipologías de vehículos se ha estimado de acuerdo con lo expuesto anteriormente.

Comparativa entre los dos métodos

La comparación del consumo energético global del sector viario a partir de los consumos unitarios de la metodología de la EEA (Método 2) revela que las cifras no son coincidentes con las registradas por CORES en sus estadísticas, que se consideran la fuente más fiable, como se ha referido con anterioridad.

En particular, esta aproximación al cálculo arroja consumos totales de energía por el sector del transporte viario un 10% menores que los registrado por CORES en el año 2007, y un 7% menores en el caso del 2012. De ahí que, a la hora de estimar los consumos globales del modo viario, se haya preferido emplear esta última referencia.

La siguiente tabla establece una comparación entre los consumos unitarios obtenidos por los método 1 y 2:

Tabla 225. Factores promedio de consumo de energía final en modo viario (kep EP/100 persona-km)

			Método 1		Método 2	
			2007	2012	2007	2012
Turismos	Gasoil	<=2	3,953	3,561	3,107	3,134
Turismos	Gasoil	>2	5,404	4,874	4,630	4,679
Turismos	Gasolina	<1,4	4,922	3,743	3,951	3,979
Turismos	Gasolina	1,4 - 2	5,727	4,346	5,226	5,260
Turismos	Gasolina	>2	7,423	5,651	6,660	6,671
Turismos	Gasolina	HIBRIDO	2,322	1,773	2,381	2,406
Turismos	GLP	-	2,418	4,220	4,869	4,810
Motocicletas	Gasolina	50 - 250	2,384	2,343	3,797	3,845
Motocicletas	Gasolina	250 - 750	3,983	3,920	2,935	2,970
Motocicletas	Gasolina	>750	5,265	5,183	4,699	4,754
Motocicletas	Gasolina	DOS TIEMPOS	3,313	3,260	6,003	6,067
Ciclomotores	Gasolina	-	1,022	1,983	2,082	2,174
Autobuses	Gasoil	AUTOCAR	2,036	1,887	1,294	1,344
Autobuses	Gasoil	URBANO	4,574	3,995	3,108	3,108
Autobuses	Gas Natural	AUTOCAR	3,122	5,837	4,604	4,604
De carga ligeros	Gasoil	Ligeros	8,076	10,729	11,172	11,490
De carga ligeros	Gasolina	Ligeros	10,634	11,979	12,956	13,089
De carga pesados	Gasoil	-	2,424	2,871	2,338	2,277
De carga pesados	Gasolina	-	1,644	1,613	1,708	1,683

5.2. Circulación de los trenes

El consumo energético asociado a la operación de los servicios ferroviarios en España se compone de la suma del consumo energético de las diferentes compañías que operan en el país, que son:

- RENFE
- FEVE

- Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya
- Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana
- Euskotren
- Ferrocarriles del Gobierno de las Islas Baleares
- Compañías privadas

Todas ellas informan al Ministerio de Fomento, quién publica los datos del consumo energético del sector ferroviario en documentos como “Los transportes y las infraestructuras”, lo que permite elaborar una síntesis que distingue entre el consumo de RENFE, FEVE, compañías autonómicas y compañías privadas. En todas ellas, el consumo de energía en tracción se reparte entre consumo eléctrico y consumo de gasoil.

Tabla 226. Consumo energético total del modo ferroviario (energía primaria)

		2007	2012
RENFE	Gasóleo (tep EP)	91.436,44	80.849,06
	Electricidad (tep EP)	423.384,19	472.498,36
	TOTAL (tep (EP))	514.820,63	553.347,42
FEVE	Gasóleo (tep EP)	9.996,67	8.952,63
	Electricidad (tep EP)	4.931,46	4.550,58
	TOTAL (tep (EP))	14.928,13	13.503,20
CC.AA.	Gasóleo (tep EP)	1.281,31	1.557,00
	Electricidad (tep EP)	40.113,25	44.523,50
	TOTAL (tep (EP))	41.394,55	46.080,50
Cías. Privadas	Gasóleo (tep EP)	0,56952	0,113904
	Electricidad (tep EP)	280,6524	180,4194
	TOTAL (tep (EP))	281,22	180,53

Pero además de estos consumos totales del sistema ferroviario, interesa conocer los consumos asociados a cada uno de los diferentes tipos de servicios operados en cada caso, que de manera general se pueden clasificar del siguiente modo:

- Servicios ferroviarios de pasajeros de larga distancia (incluye alta velocidad)
- Servicios ferroviarios de pasajeros de media distancia (incluye alta velocidad)
- Servicios ferroviarios de pasajeros de cercanías
- Servicios ferroviarios de mercancías

Las variables fundamentales que definen la operación de cada uno de estos tipos de servicios (velocidad, composición de los trenes y características del material rodante, grado de ocupación, etc.) difieren notablemente, lo que hace que las pautas de consumo energético en cada caso sean muy diferentes.

Para llevar a cabo este análisis, se han seguido dos líneas de trabajo diferenciadas, cuyos resultados difieren notablemente, sin resultar plenamente satisfactorios en ninguno de los casos. Lo que ha obligado a abordar el problema desde una óptica simplificada que se limita a distinguir entre el consumo energético corresponde al transporte ferroviario de pasajeros y de mercancías, respectivamente.

A continuación se describen las particularidades de cada uno de las aproximaciones al cálculo probadas:

Método 1: Estimación propia de RENFE

Una primera aproximación al cálculo ha consistido en la consulta directa a RENFE sobre la cuestión, obteniéndose las siguientes cifras:

Tabla 227. Consumo energético (diesel y eléctrico) de los diferentes servicios de Renfe según su método de asignación (2007)

	CERCANÍAS	MEDIA DISTANCIA	AV - LD	MERCANCÍAS	TOTAL RENFE
TJ Eléctrico	3.561,79	403,19	1.630,37	1.806,65	7.402,00
TJ Diesel	227,81	1.033,16	900,62	1.139,72	3.302,75
Total TJ	3.789,60	1.436,35	2.530,99	2.946,37	10.704,75

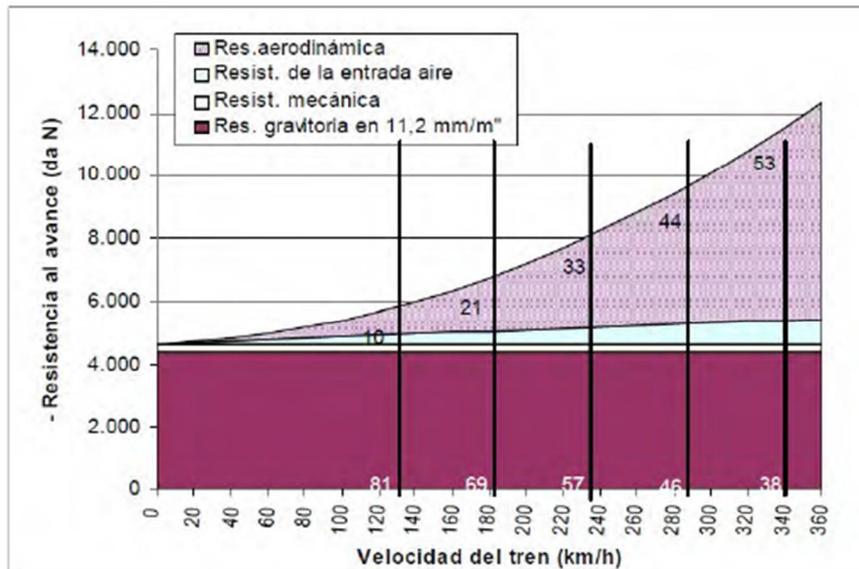
Tabla 228. Consumo energético (diesel y eléctrico) de los diferentes servicios de Renfe según su método de asignación (2012)

	CERCANÍAS	MEDIA DISTANCIA	AV - LD	MERCANCÍAS	TOTAL RENFE
TJ Eléctrico	3.593,24	628,60	2.919,17	1.125,33	8.266,35
TJ Diesel	194,57	1.161,73	669,46	595,96	2.621,72
Total TJ	3.787,82	1.790,33	3.588,63	1.721,29	10.888,07

Para la estimación de estos valores la compañía utiliza un método de cálculo que considera que el consumo energético es proporcional a la masa bruta total transportada, en particular a las Toneladas Kilómetro Brutas Remolcadas (TKBR).

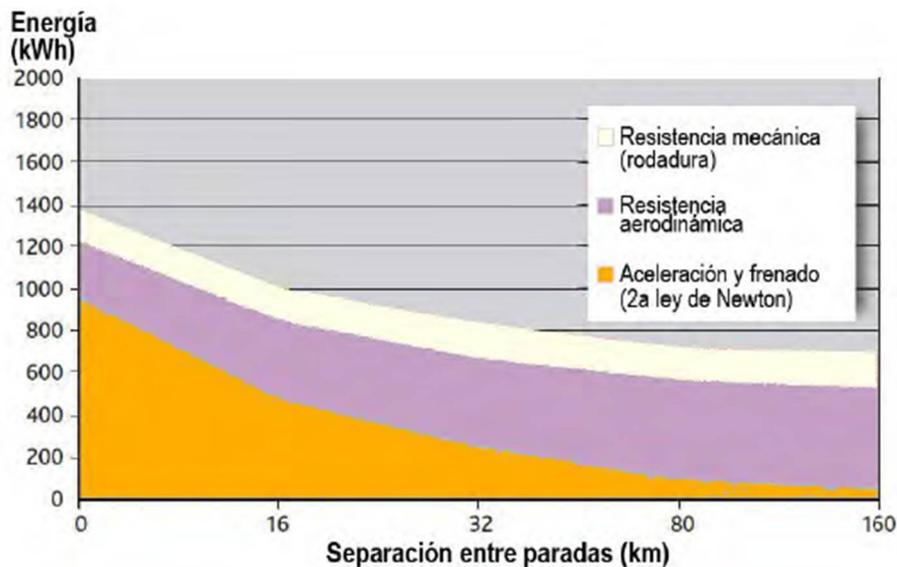
A los efectos del presente trabajo este método no se considera suficientemente ajustado a la realidad de cada tipo de vehículo y servicio, por cuanto no toma en consideración algunos aspectos fundamentales a la hora de calcular los consumos energéticos asociados a la circulación de los trenes, entre ellos la velocidad de circulación o la separación entre paradas; factores ambos determinantes de las resistencias a vencer en el avance de los trenes, tal y como se observa en los siguientes gráficos:

1.- Impacto de la velocidad y las pendientes en el consumo energético. Fuerza necesaria para vencer la resistencia mecánica, aerodinámica, de entrada del aire y gravitatoria a velocidad constante (sin incluir aceleración) para distintos valores entre 0 y 360 km/h.



Fuente: *Dinámica de los Trenes*. Alberto García Álvarez. Fundación de los Ferrocarriles Españoles

2.- Impacto de las paradas (variación de velocidad) en el consumo energético. La separación entre paradas comerciales o técnicas reduce el consumo.



Fuente: *Process, Power, People*. UIC - Unión Internacional de Ferrocarriles.

Método 2: Aplicación de consumos unitarios (de abajo a arriba)

Por un lado, este método parte de la información sobre consumo unitario de combustible de una serie de trenes representativos de los diferentes servicios de transporte de personas por FF.CC., recogida en la publicación "TREN2020 - Propuesta ferroviaria para una nueva realidad":

Tabla 229. Consumo energético de diferentes servicios ferroviarios de Renfe (según TREN 2020)

	CONSUMO ENERGÉTICO		PLAZAS
Cercanías Renfe 465	7,21	kWh / veh-km	900
Regional eléctrico Renfe 449	5,61	kWh / veh-km	263
Larga Distancia Renfe 130	9,11	kWh / veh-km	299
Larga Distancia AV Renfe 102	13,02	kWh / veh-km	322

La aplicación de estos factores de consumo unitario requiere la estimación de los trenes-km (veh-km) de transporte de personas, lo que se hace a partir de los datos conocidos de demanda (personas-km) y los ratios de aprovechamiento de los diferentes servicios, así como de la capacidad de los trenes tipo expresada en la publicación anteriormente referida.

Con esta información, es posible estimar el número de trenes-km recorridos por cada tren tipo (en la siguiente tabla se incluyen los cálculos para el año 2007).

Tabla 230. Magnitudes del transporte de personas (trenes-km) en 2007

2007		Personas-km (millones)	Aprovechamiento (%)	Plazas-km (millones)	Capacidad (ud)	Trenes-km	
RENFE	AVE	Larga Distancia AV Renfe 102	2.592	64,30%	4.031	322	12.518.470
	Largo recorrido	Larga Distancia Renfe 130	6.304	55,18%	11.425	299	38.211.430
	Regionales	Regional eléctrico Renfe 449	2.775	33,90%	8.186	263	31.124.870
	Cercanías	Cercanías Renfe 465	8.294	35,41%	23.423	900	26.025.291
	TOTAL		19.965	19.965	42,42%	47.065	436
FEVE	AVE	Larga Distancia AV Renfe 102	0	100,00%	0	322	0
	Largo recorrido	Larga Distancia Renfe 130	0	100,00%	0	299	0
	Regionales	Regional eléctrico Renfe 449	27	21,40%	126	263	479.727,09
	Cercanías	Cercanías Renfe 465	174	22,91%	759	900	843.881,86
	TOTAL		201	201	22,71%	885	669
CC.AA. Y PRIVADAS	AVE	Larga Distancia AV Renfe 102	0	100,00%	0	322	0
	Largo recorrido	Larga Distancia Renfe 130	0	100,00%	0	299	0
	Regionales	Regional eléctrico Renfe 449	0	100,00%	0	263	0
	Cercanías	Cercanías Renfe 465	1.691	17,69%	9.561	900	10.622.808,04
	TOTAL		1691	1691	17,69%	9.561	900

Con los datos anteriores ya se puede realizar el cálculo de la energía consumida por todos los servicios de FF.CC. de transporte de personas (en la tabla, los resultados para 2007).

Tabla 231. Consumo energético agregado de los servicios ferroviarios según consumo unitario estimado en TREN 2020

2007		Trenes-km	Consumos unitarios (KWh/km)	Consumo de energía (KWh)	Consumo de energía (Tep)	
RENFE	AVE	Larga Distancia AV Renfe 102	12.518.470	13,02	162.990.484,85	14.017,18
	Largo recorrido	Larga Distancia Renfe 130	38.211.430	9,11	348.106.128,81	29.937,13
	Regionales	Regional eléctrico Renfe 449	31.124.870	5,61	174.610.518,52	15.016,50
	Cercanías	Cercanías Renfe 465	26.025.291	7,21	187.642.348,36	16.137,24
	TOTAL		107.880.061		873.349.480,55	75.108,06
FEVE	AVE	Larga Distancia AV Renfe 102	0,00	13,02	0,00	0,00
	Largo recorrido	Larga Distancia Renfe 130	0,00	9,11	0,00	0,00
	Regionales	Regional eléctrico Renfe 449	479.727,09	5,61	2.691.268,97	231,45
	Cercanías	Cercanías Renfe 465	843.881,86	7,21	6.084.388,19	523,26
	TOTAL		1.323.609		8.775.657,15	754,71
CC.AA. Y PRIVADAS	AVE	Larga Distancia AV Renfe 102	0,00	13,02	0,00	0,00
	Largo recorrido	Larga Distancia Renfe 130	0,00	9,11	0,00	0,00
	Regionales	Regional eléctrico Renfe 449	0,00	5,61	0,00	0,00
	Cercanías	Cercanías Renfe 465	10.622.808,04	7,21	76.590.445,97	6.586,78
	TOTAL		10.622.808		76.590.445,97	6.586,78
TOTAL					82.449,54	

Por otro lado, a partir de los datos de la publicación "Estimación del consumo de energía y emisiones de CO₂ en trenes de mercancías y análisis de la variabilidad"⁶⁷, de la Fundación de Ferrocarriles Españoles, se estima un consumo unitario promedio para los trenes de mercancías:

Tabla 232. Consumo energético del transporte de mercancías ferroviario (según la Fundación de los Ferrocarriles Españoles)

Propulsión	Carga	Línea	Consumo unitario		Consumo promedio (kwh/t-km)
Eléctrica	Ligera	Suave	0,1423	kWh/t-km	0,218375
Eléctrica	Ligera	Montañosa	0,2422	kWh/t-km	
Eléctrica	Densa	Suave	0,0456	kWh/t-km	
Eléctrica	Densa	Montañosa	0,0865	kWh/t-km	
Diésel	Densa	Suave	0,102	kWh/t-km	
Diésel	Densa	Montañosa	0,2241	kWh/t-km	
Diésel	Ligera	Suave	0,324	kWh/t-km	
Diésel	Ligera	Montañosa	0,5803	kWh/t-km	

⁶⁷ Ignacio González Franco y Alberto García Álvarez. Grupo de estudios e investigación de energía y emisiones en el transporte. 2ª edición, Fundación de los Ferrocarriles Españoles, 2011.

Con el dato de consumo unitario obtenido anteriormente y los datos de producción de transporte relativos a las mercancías (toneladas-km), ya podemos calcular el consumo energético total asociado al transporte de mercancías por FF.CC. (en la siguiente tabla se incluyen los resultados para el año 2007).

Tabla 233. Consumo de energía agregado en los diferentes servicios ferroviarios de mercancías

2007		Toneladas-km	Consumos unitarios (KWh/t-km)	Consumo de energía (KWh)	Consumo de energía (Tep)
MERCANCÍAS	ADIF	10.547.000.000	0,22	2.303.201.125	198.075,30
	FEVE	460.000.000	0,22	100.452.500	8.638,92
	CC.AA. Y PRIVADAS	109.000.000	0,22	23.802.875	2.047,05
	TOTAL				208.761,26

Los cálculos así realizados arrojan un consumo total para el conjunto del sector ferroviario de 291.210 Tep en el año 2007, cifra significativamente parecida a la registrada por el Ministerio de Fomento en sus publicaciones oficiales, que asciende a 292,786 Tep. No obstante, dichos cálculos asignan un 72% del consumo de combustible a los servicios de mercancías, lo que se aleja notablemente de las cifras "oficiales" de RENFE y resulta enormemente desproporcionado para considerarlo como válido.

Método 3: Desagregación del consumo de los servicios de pasajeros y mercancías

Frente a las dificultades anteriormente referidas, se ha optado por limitar el cálculo a la estimación del consumo energético asociado a los servicios ferroviarios de personas y mercancías.

Para estimar esta proporción, se ha empleado la información de RENFE acerca del consumo de combustible diesel (litros de gasoil) y de energía eléctrica (GWh) en la operación de sus servicios ferroviarios; así como de las personas-km y las toneladas-km, desplazadas por la compañía, que son transportados por trenes de tracción diesel o eléctrica.

Puesto que la información sobre consumo energético proporcionada por RENFE no coincide con total exactitud con la publicada por el Ministerio de Fomento se ha considerado la proveniente de RENFE como más fiable y, por tanto, ha sido la empleada para los cálculos:

Tabla 234. Consumo energético en la operación de servicios ferroviarios de RENFE (energía primaria)

		2007		2012	
		Diesel	Eléctrica	Diesel	Eléctrica
RENFE	Personas (tep EP)	56.268,994	296.198,625	53.708,426	405.169,829
	Mercancías (tep EP)	33.181,241	115.981,723	15.800,575	55.141,702
	Total (tep EP)	89.450,235	412.180,348	69.509,002	460.311,531

Tabla 235. Magnitudes del transporte ferroviarios de RENFE

		2007		2012	
		Diesel	Eléctrica	Diesel	Eléctrica
RENFE	Personas (personas-km)	2.453.476.568	17.512.113.432	1.769.480.187	19.385.440.831
	Mercancías (toneladas-km)	1.984.358.778	8.562.801.222	943.870.380	6.105.395.214

A partir de esta información, se han calculado los consumos unitarios de cada tipo de servicio y energía de tracción, sin más que poner en relación los consumos con las cifras de producción de transporte:

Tabla 236. Consumo unitario: servicios ferroviarios de personas RENFE (energía primaria)

Compañía	Tipo de servicio	Consumo unitario	
		Kep EP/100 persona-km	
		2007	2012
RENFE	Personas Diesel	2,293	3,035
RENFE	Personas Eléctrica	1,691	2,090

Tabla 237. Consumo unitario: servicios ferroviarios de mercancías RENFE (energía primaria)

Compañía	Tipo de servicio	Consumo unitario	
		Kep EP/100 t-km	
		2007	2012
RENFE	Mercancías Diesel	1,672	1,674
RENFE	Mercancías Eléctrica	1,354	0,903

Dado que en el caso del resto de compañías operadoras se desconoce el desglose de la información de producción de transporte en relación al combustible empleado en su tracción, se ha calculado una media ponderada de los consumos unitarios de RENFE arriba referidos, lo que permitirá su utilización en los cálculos del resto de empresas operadoras.

Tabla 238. Consumo unitario promedio: servicios ferroviarios de personas RENFE (energía primaria)

Compañía	Tipo de servicio	Consumo unitario	
		Kep EP/100 persona-km	
		2007	2012
RENFE	Personas	1,765	2,169

Tabla 239. Consumo unitario promedio: servicios ferroviarios de mercancías RENFE (energía primaria)

Compañía	Tipo de servicio	Consumo unitario	
		Kep EP/100 t-km	
		2007	2012
RENFE	Mercancías	1,414	1,006

Estos consumos unitarios promedio han sido aplicados al transporte de personas y mercancías de FEVE, operadoras autonómicas y compañías privadas. Los datos totales de consumo energético así obtenidos no coinciden con los publicados por el Ministerio de Fomento para

cada una de estas compañías. Sin embargo, se ha asumido que la proporción entre el consumo correspondiente al transporte ferroviario de mercancías y el de personas resultante de estos cálculos si ofrece una buena aproximación de dicha distribución en la realidad, por lo que los porcentajes obtenidos han sido aplicados a las cifras de consumo del Ministerio de Fomento. Igualmente, se ha considerado que la proporción entre consumo diesel y eléctrico, tanto en caso del transporte de personas como en el de mercancías, es idéntica a la del total del consumo que se desprende de las cifras registradas por el Ministerio.

Tabla 240. Distribución del consumo energético en los servicios ferroviarios de personas y mercancías de FEVE, CC.AA y Privadas

		2007	2012
FEVE	Personas	35,3%	50,2%
	Mercancías	64,7%	49,8%
CC.AA y Cías. privadas	Personas	94,7%	97,9%
	Mercancías	5,3%	2,1%

Los porcentajes de la tabla de arriba son aplicados a las cifras de consumo global en cada caso para obtener la distribución por tipo de servicio y energía de tracción:

Tabla 241. Consumo energético en los servicios ferroviarios de personas y mercancías de FEVE, CC.AA y Privadas (energía primaria)

		2007		2012	
		Diesel	Eléctrica	Diesel	Eléctrica
FEVE	Personas (tep EP)	3.528,191	1.740,494	4.495,336	2.284,958
	Mercancías (tep EP)	6.468,480	3.190,970	4.457,290	2.265,620
	Total (tep EP)	9.996,671	4.931,464	8.952,627	4.550,578
CC.AA y Cías. privadas	Personas (tep EP)	1.214,555	38.272,523	1.524,102	43.756,262
	Mercancías (tep EP)	67,321	2.121,376	33,008	947,656
	Total (tep EP)	1.281,876	40.393,899	1.557,111	44.703,918

5.3. Circulación de metros y tranvías

En el caso de los sistemas de metro, se ha contado con información sobre el consumo de energía final en tracción y en servicios auxiliares e instalaciones, proveniente de las memorias de actividad anuales de las compañías operadoras o autoridades del transporte, en los siguientes casos:

- Metro de Barcelona: años 2007 y 2012
- Metro de Bilbao: años 2007 y 2012
- Metro de Madrid: años 2007 y 2012
- Metro de Valencia: años 2010 y 2011

En el caso del metro de Valencia, al no corresponderse la información disponible con los años a estudio, se ha calculado el consumo unitario promedio de los años disponibles, que se ha utilizado para estimar el consumo de energía eléctrica en 2007 y 2011, a partir de la información (conocida) de demanda de transporte en dicho sistema metropolitano.

No se ha conseguido, sin embargo, información sobre el metro de Sevilla. Para su estimación, se ha empleado el factor de consumo unitario promedio de los sistemas de Barcelona, Bilbao, Madrid y Valencia. Nótese que en este caso los cálculos se limitan al año 2012, ya que en el año 2007 aún no se había inaugurado el servicio metropolitano de esta ciudad.

El siguiente cuadro sintetiza los resultados obtenidos por este procedimiento, en este caso, circunscritos a la energía de tracción:

Tabla 242. Consumo energético en tracción en los metropolitanos en España (energía primaria)

	Consumo energético tracción (Tep EP)	
	2007	2012
Barcelona	36.869	37.896
Bilbao	9.820	10.304
Madrid	100.476	93.557
Sevilla	-	1.601
Valencia	12.319	9.742
SUMA	159.484	153.100

Teniendo en cuenta los datos de producción de transporte, se llega a los siguientes factores de consumo unitario:

Tabla 243. Consumo energético unitario en los metropolitanos en España (energía primaria)

	2007	2012
	Consumo unitario en tracción (kep EP/100 persona-km)	Consumo unitario en tracción (kep EP/100 persona-km)
Barcelona	1,973	1,989
Bilbao	1,806	1,858
Madrid	2,301	2,449
Sevilla	-	2,282
Valencia	2,715	2,715
PROMEDIO	2,205	2,282

Por su parte, en el caso de los sistemas tranviarios, apenas se ha contado con información de consumo en tracción para los casos de Alicante (años 2010 y 2011) y Bilbao (años 2004, 2005 y 2006). Dadas las características de dichos servicios tranviarios y las fechas de referencia, se ha considerado que su consumo energético no es suficientemente representativo de la media nacional. Por ello, se ha optado por recurrir a información bibliográfica externa, en particular al estudio "Transport Energy Use and Greenhouse Gases in Urban Passenger Transport Systems: A Study of 84 Global Cities", elaborado por J.R. Kenworth a partir de información de la base de datos "Millennium Cities Database for Sustainable Transport" de la UITP⁶⁸. En el marco del mismo se determina, entre otras cuestiones, un ratio de consumo unitario de energía por persona-km para diversos modos de transporte público en diversas regiones del mundo, entre ellos el tranvía y el metro ligero en Europa occidental (4,011 y 3,844 kep EP/100

⁶⁸ L'Union internationale des transports publics

personas-km, respectivamente). Usando el promedio de estos dos valores para el caso del sistema tranviario español, del que se conocen sus datos de demanda, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 244. Consumo energético en los sistemas tranviarios en España (energía primaria)

	Personass-km (millones)		Consumo energético tracción (Tep EP)	
	2007	2012	2007	2012
Alicante	10,0	42,1	392,8	1.654,0
Barcelona	121,0	137,2	4.751,0	5.390,3
Bilbao	7,5	7,7	294,6	302,8
Metro Ligero de Madrid	-	49,6	-	1.949,5
Murcia	-	20,2	-	792,8
Parla	22,0	20,0	864,1	785,6
Sevilla	2,7	9,1	106,0	356,8
Tenerife	26,7	58,5	1.047,1	2.296,7
Valencia	23,7	39,2	930,8	1.540,3
Vélez Málaga	-	1,2	-	47,1
Vitoria	-	29,1	-	1.143,1
Zaragoza	-	60,2	-	2.364,6
TOTAL TRANVÍAS	213,5	474,2	8.386,4	18.623,6

5.4. La operación en el modo aéreo

En el caso de los consumos energéticos en la operación del modo aéreo se han contrastado dos métodos de análisis:

- Método 1. De arriba a abajo (Top-Down en la terminología anglosajona): Reparto de los consumos totales entre las aeronaves en servicio

Conocido el consumo total de combustible empleado por el modo aéreo en su operación, es posible deducir el consumo unitario de cada tipo de servicio mediante la simple puesta en relación de los recorridos realizados con el consumo energético asociado a cada caso. Este método requiere encontrar una vía para estimar la distribución de los consumos de combustible entre los diferentes tipos de servicios aéreos en España.

- Método 2. De abajo a arriba (Bottom-Up en la terminología anglosajona): Metodología del Observatorio de la Sostenibilidad en Aviación (OBSA).

Este método parte de unos factores de consumo unitario calculados por el OBSA para los diferentes tipos de servicios. Conocidos estos factores de consumo unitario, basta conocer los recorridos realizados en cada caso para obtener los consumos globales de energía del modo aéreo.

A continuación se describen con más detalle los pasos empleados para la aplicación de ambos métodos en este trabajo.

Método 1: Reparto de los consumos totales entre las aeronaves en servicio (de arriba a abajo)

El consumo total de energía asociado a la circulación en modo aéreo en España es conocido a través de publicaciones como “Los transportes y las infraestructuras” del Ministerio de Fomento. Se ha optado por utilizar esta fuente, en lugar de la base de datos de la Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos (CORES), por identificar la anterior, además del queroseno para aviación (valor que aportan las dos fuentes de manera coincidente) la parte correspondiente a gasolina de aviación, que aunque minoritaria también ha de ser tenida en cuenta.

Para estimar la proporción de este consumo de energía que corresponde al transporte aéreo de personas y el que corresponde al transporte de carga se ha consultado la base de datos estadística europea EUROSTAT, de la que es posible obtener información sobre el número de operaciones aéreas con origen o destino en España correspondientes a aviones transportando personas y mercancías. Así, el consumo de combustible se ha repartido en proporción idéntica a la de esta variable:

Tabla 245. Reparto entre operaciones aéreas de personas y carga en España

		Nº de operaciones		(%)	
		2007	2012	2007	2012
TOTAL	Personas	1.440.132	1.238.495	97,52%	97,85%
	Mercancías	36.672	27.262	2,48%	2,15%
	Total	1.476.804	1.265.757		

No obstante, hay que tener en cuenta que, además de aviones de carga, el transporte de mercancías en modo aéreo se realiza también de manera combinada con el transporte de personas, haciendo uso de la capacidad disponible en las bodegas de estas aeronaves. Para poder estimar esta proporción de carga y llevar a cabo su transformación en personas equivalentes, dotando con ello de mayor precisión a los cálculos, se siguen las recomendaciones de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

Esta organización internacional cuenta con información sobre los ratios pasaje/carga en las principales rutas comerciales (89,5% en el caso de los vuelos internacionales con origen o destino en Europa y 99,0% en el caso de los vuelos locales en el continente europeo)⁶⁹. Estos ratios permiten estimar la carga que acompaña al pasaje en su ruta aérea, previa transformación de éste en su masa equivalente, también siguiendo las directrices de la OACI, que suponen la asignación de 100 Kg. por persona promedio (masa que incluye su correspondiente equipaje) y 50 Kg. adicionales por plaza para incluir el equipamiento propio de los vuelos de personas (asientos, baños, etc.).

A partir de la información del consumo energético total en la aviación en España, siguiendo una aproximación de arriba a abajo, es posible calcular el consumo unitario asociado a los diferentes servicios aéreos, a saber, vuelos nacionales e internacionales. Para poder realizar este reparto, se ha recurrido al Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera para estimar la proporción de consumo de combustible correspondiente a la aviación interior a España y la correspondiente a los vuelos internacionales.

⁶⁹ “ICAO Carbon Emissions Calculator. Version 5”. Junio 2012. <http://www.icao.int/env>

Una vez realizada esta distinción, dado que se conocen los datos relativos al número de personas-km del modo aéreo en España, tanto en su componente interior como la parte internacional (ver capítulo dedicado a la producción de transporte en España), basta con poner en relación estas dos magnitudes para obtener los factores de consumo de energía por persona-km en cada uno de estos tipos de servicios aeronáuticos. Además, dado su interés a la hora de analizar la eficiencia energética de este modo de transporte, se ha estimado también el consumo energético en relación a las plazas-km ofertadas. Para ellos se han utilizado los índices de ocupación que ofrecen los estudios del Instituto de Turismo en España “Turismo, tráfico aéreo y compañías aéreas de bajo coste” de los años 2007 y 2012.

Método 2: Metodología del Observatorio de la Sostenibilidad en Aviación (de abajo a arriba).

El SENASA (Servicios y Estudios para la Navegación Aérea y la Seguridad Aeronáutica S.A.), a través de su Observatorio de la Sostenibilidad en Aviación (OBSA), ha calculado unos factores de consumo unitario de combustible por parte de las aeronaves en trayectos de corto, medio y largo alcance. Es posible compararlos con los calculados por el método de reparto del consumo total si se supone que el factor de consumo de los vuelos de corto alcance corresponde a los trayectos nacionales y el promedio de los factores de consumo para vuelos de medio y largo recorrido a los vuelos internacionales.

Tabla 246. Factores de consumo de energía primaria en el modo aéreo

		Factor de consumo (kep EP/100 persona-km)		Factor de consumo (kep EP/100 plaza-km)	
		Estimado	OBSA	Estimado	OBSA
2007	Nacional	5,60	6,68	4,41	5,26
	Internacional	3,53	4,25	2,78	3,35
2012	Nacional	4,72	5,63	3,70	4,42
	Internacional	3,46	3,79	2,71	2,98

A partir de estos valores, siguiendo un enfoque de abajo a arriba, es decir, aplicando el factor de consumo de los vuelos de corto alcance a los trayectos nacionales (cuya cuantía en personas-km se conoce: ver capítulo de producción de transporte) y el promedio de los factores de consumo para vuelos de medio y largo recorrido a los vuelos internacionales (también conocidos), se obtienen unas cifras de consumo total de combustible por el modo aéreo. Este cálculo requiere, no obstante, la transformación de las magnitudes de transporte aéreo a plazas-km, a través de los índices de ocupación antes mencionados.

Hay que advertir que las cifras así calculadas difieren significativamente de las registradas por el Ministerio de Fomento en sus publicaciones oficiales, tanto en el “Anuario Estadístico” como en “Los transportes y las infraestructuras”, que indican cifras un 17% y un 9% superiores en 2007 y 2012, respectivamente, sin que se haya encontrado una justificación para la discrepancia.

5.5. La operación en el modo marítimo

El tratamiento de las cuestiones energéticas asociadas a la operación de servicios marítimos comerciales ha requerido la utilización de un método que combina el reparto de la energía global del sector entre los diferentes tipos de servicios (aproximación de arriba a abajo), con el

empleo de factores de consumo unitarios para los servicios marítimos de transporte de personas (enfoque de abajo a arriba), provenientes del cálculo a partir de las cifras de uno de los principales operadores nacionales del sector (ACCIONA-TRASMEDITERRANEA) y de la consulta bibliográfica.

El punto de partida del método es el consumo total del sector, registrado por diversas fuentes oficiales, entre ellas el Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera, que tiene la virtud de diferenciar entre el consumo de gasoil y fuel-oil correspondiente a la navegación comercial nacional e internacional, motivo por el que ha sido seleccionada esta fuente frente a otras como el Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento. No obstante, esta última fuente ha sido empleada para estimar la evolución del sistema entre los años 2011 (último año del que se dispone de información válida proveniente del Inventario de Emisiones) y 2012 (objeto de análisis en el presente estudio); la tasa de crecimiento global experimentada entre estos dos años ha sido aplicada a las cifras de 2011 del Inventario para estimar los consumos del año 2012.

Una vez conocidos los consumos globales, para diferenciar el consumo correspondiente al transporte de pasajeros respecto al de las mercancías se ha procedido de la siguiente manera:

Estimación del consumo unitario del transporte de personas en servicios "Ferry"

El transporte marítimo de personas en el ámbito nacional se corresponde con la operación de los servicios tipo "Ferry", en los que se combina el transporte del pasaje con la carga correspondiente a los vehículos que los acompañan. Además de dedicar espacio al transporte de mercancías en la modalidad conocida como "Roll-on/Roll-off" (carga rodante). Este tipo de transporte marítimo, junto con la navegación de crucero, está igualmente presente en la navegación comercial de personas de ámbito internacional.

Dada la relevancia de esta modalidad de transporte marítimo, se ha solicitado información sobre el mismo a ACCIONA-TRASMEDITERRANEA, una de las principales operadoras del sector, quién ha aportado información detallada sobre la operación de sus buques, en particular:

- Personas transportadas
- Vehículos transportados (clasificados por tipología)
- Carga transportada (en metros lineales dedicados a carga y en número de camiones, trailers y plataformas rodantes)
- Nº de operaciones/trayectos
- Millas recorridas
- Consumo de combustible

Todo ello distinguiendo entre los siguientes tipos de servicios:

- Ferry convencional
- Fast Ferry

Esta información ha permitido estimar un ratio de consumo unitario por persona transportada y kilómetro recorrido (persona-km). Para ello ha sido preciso realizar la transformación de la carga que acompaña al pasaje (tanto la de sus vehículos como la carga propiamente dicha) en personas equivalentes, bajo el supuesto de que cada persona equivale a 100 Kg. de carga (lo que incluye su propio peso y el equipaje). En esta transformación ha sido preciso realizar las siguientes hipótesis de cálculo:

- Peso del turismo tipo: 1.276 kg
- Peso de la motocicleta tipo: 380 kg
- Peso del autobús tipo: 12.507 kg
- Peso de la furgoneta tipo: 1.545 kg
- Peso del camión/tráiler/plataforma tipo: 5.327 kg
- Carga media de las furgonetas: 0,5 toneladas
- Carga media de los camiones/trailers/plataformas: 10,62 toneladas

Conocida la cifra del pasaje equivalente, basta poner en relación el consumo energético con dicho valor para obtener el factor de consumo unitario del transporte marítimo de personas en los servicios Ferry.

Tabla 247. Factores de consumo de energía primaria en servicios Ferry

2007	CONSUMO PERSONAS	
	UNITARIO (kep EP/100 persona eq-km)	UNITARIO PONDERADO (kep EP/100 persona eq-km)
Fast Ferry	7,237	2,073
Ferry convencional	1,506	

Para obtener un valor único para este tipo de servicios se ha ponderado el consumo unitario de los Ferries convencionales y los Fast Ferries en función de las personas equivalentes-km transportados en cada caso.

Se ha considerado que los valores calculados, correspondientes al año 2007, permanecen invariables en el año 2012.

Consumo unitario del transporte de personas en navegación de crucero

Para la obtención de este valor se ha consultado la bibliografía existente sobre el sector. En particular, se ha tomado como referencia el valor proporcionado por el estudio de la Western Norway Research Institution "Cruise Ships Tourism – A LCA Analysis", elaborado en el año 2014. En él se estipula que el consumo energético de un barco de crucero asciende a 6,085 kep EP/100 persona-km.

Determinación del consumo energético correspondiente al transporte marítimo de personas

Conocidos los consumos de combustible unitarios correspondientes a los dos tipos de servicios de transporte marítimo de personas en el ámbito nacional e internacional, es posible calcular el consumo energético total que se produce en estas modalidades de transporte mediante la mera aplicación de los correspondientes factores de consumo a las cifras de producción de transporte marítimo de personas nacional e internacional.

Tabla 248. Factores de consumo de energía primaria en el modo marítimo (de personas en recorridos nacionales)

	Personas-km (Millones)	Consumo unitario (kep EP/100 persona-km)	Consumo energético (Tep EP)
2007	1.612	2,073	33.417
2012	1.429	2,073	29.633

Tabla 249. Factores de consumo de energía primaria en el modo marítimo (de personas en recorridos internacional)

		Personas-km (Millones)	Consumo unitario (kep EP/100 persona-km)	Consumo energético (Tep EP)
2007	Exterior	223	2,073	4.623
	Crucero	1.258	6,085	76.515
2012	Exterior	219	2,073	4.530
	Crucero	1.893	6,085	115.153

Determinación del consumo energético correspondiente al transporte marítimo de mercancías
Se obtiene como resultado de sustraer el consumo de pasajeros antes calculado del total del sector marítimo.

Calculo del consumo unitario promedio del transporte de mercancías en modo marítimo

Una vez conocido el consumo energético correspondiente al transporte marítimo de mercancías en conjunto, es posible calcular los factores de consumo unitarios de esta actividad, relacionando dicho valor con los datos conocidos de producción de transporte marítimo de mercancías en ámbito nacional e internacional.

Tabla 250. Factores de consumo de energía primaria en el modo marítimo (mercancías nacional)

	Toneladas-km (Millones)	Consumo unitario (kep EP/100 toneladas-km)	Consumo energético (Tep EP)
2007	44.040	2,51	1.105.636
2012	38.970	3,24	1.262.350

Tabla 251. Factores de consumo de energía primaria en el modo marítimo (mercancías internacional)

	Toneladas-km (Millones)	Consumo unitario (kep EP/100 toneladas-km)	Consumo energético (Tep EP)
2007	970.413	0,95	9.212.963
2012	860.714	1,05	9.057.939

5.6. Transporte de combustibles por tubería

A partir de los datos correspondientes al año 2007 del Anuario del Ministerio de Fomento, el Centro de Estudios del Transporte de la Universidad Politécnica de Madrid (TRANSyT-UPM), en su estudio "La eficiencia energética y ambiental de los modos de transporte en España", realizó un cálculo de la intensidad energética de los diferentes modos de transporte, entre ellos el transporte por tubería. Así como una estimación de las emisiones de CO₂ asociadas al mismo. Este estudio incluye una estimación del consumo energético promedio para el transporte por tubería, cuyo ratio de consumo unitario es 0,692 kep/100 tonelada-km

Por su parte, la monografía ENERTRANS “Consumo de energía y emisiones asociadas al transporte por tubería”⁷⁰ estimó en 0,701 kep/100 tonelada-km el consumo energético promedio para el transporte por tubería (agregando oleoducto y gaseoducto) correspondiente al año 2005. Valor muy similar al calculado por TRANSyT para el año 2007.

Utilizando para los cálculos el valor de 2007, por ser el más reciente de los disponibles, y suponiendo que dicho valor se mantiene constante a lo largo de los años siguientes, es posible estimar el consumo energético total asociado al transporte por tubería en España:

Tabla 252. Consumo de energía final en el transporte por tubería

	Toneladas-km (millones)	Consumo energético promedio (kep/100 t-km)	CONSUMO ENERGÉTICO (Tep)
2007	12.606	0,692	87.299
2012	11.477	0,692	79.481

De acuerdo con la citada monografía del proyecto ENERTRANS, el reparto del consumo energético para el transporte por tubería entre las diferentes fuentes de energía es el que refleja el siguiente cuadro:

Tabla 253. Distribución del consumo de energía en el transporte por tubería por fuente energética

Tipo de energía	(%)
Electricidad	30,9%
Gas licuado	69,0%
Gasóleo	0,1%

De manera que el consumo de energía del transporte por tubería en España, desagregando por fuente de energía, es el siguiente:

Tabla 254. Consumo de energía en el transporte por tubería por fuente energética

	CONSUMO DE ENERGÍA FINAL (tep)			CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA (tep EP)
	Electricidad	Gas licuado	Gasóleo	
2007	26.974	60.225	100	126.224
2012	24.558	54.831	91	114.920

5.7. Transporte de agua

El consumo energético para transportar el agua se produce, en la fase de desplazamiento, al emplearse bombes para la captación, la aducción, la distribución, la recogida de aguas residuales y la reutilización en su caso de las mismas.

⁷⁰ Monografía nº 17 (2009), cuyo autor es Manuel Cegarra. El proyecto EnerTrans fue financiado por el Centro de Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) del Ministerio de Fomento.
<http://www.enertrans.es>

Según las estimaciones de diversos trabajos⁷¹, el agua de consumo urbano requería en 2007 en España 0,5 kWh/m³ en bombeos durante la explotación, lo que se traducía en un consumo energético total de 1.881 GWh de electricidad. Para el agua de riego el consumo energético en bombeos ascendía ese mismo año a 0,24 kWh/m³, lo que se traducía en un consumo global de 4.267 kWh. Finalmente, los bombeos correspondientes al transporte de aguas residuales tenían ese mismo año un consumo de 151 kWh, considerando que se requieren 0,05 kWh/m³.

En total, se puede estimar que el transporte de agua en España representó en 2007 un consumo energético de 6.299 kWh de electricidad, lo que representa 1.265.684 tep de energía primaria.

No se dispone de cifras de consumo de agua de 2012, pero aplicando las cifras de 2011, con el factor de conversión de energía final eléctrica a energía primaria (2,331), se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 255. Consumo de energía primaria en el transporte de agua en España en 2011

	Energía final (Gwh)	Energía primaria (teps)
Urbana	1.696	340.728
Agraria	4.538	911.929
Residual	136	27.258
Total	6.370	1.279.916

5.8. Transporte de electricidad

La estimación del consumo de energía que se produce durante el transporte de electricidad se realiza a partir del diferencial de los factores de conversión de energía final a energía primaria ofrecidos por el IDAE en bornes de central y en punto de consumo, así como la cifra de consumo final de electricidad en España en cada año de referencia según el Anuario La Energía en España del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

Al no disponer de información sobre los factores de conversión correspondientes al año 2012, se ha optado por realizar los cálculos para el último año con información completa disponible, es decir, el año 2011; asumiendo que el consumo aparente en transporte en 2012 es del mismo orden de magnitud que en el referido año. Se ha preferido esta opción, frente a la utilización de los valores promedio explicados en el apartado 15.1., ya que de esta forma quedan reflejadas las diferencias derivadas de la evolución experimentada en el modelo de producción de la electricidad, lo que se considera importante por tratarse de un análisis asociado específicamente al sector eléctrico.

⁷¹ ESTEVAN, A. (2007): "Consumos energéticos en el ciclo de uso del agua urbana". Gea21, S.L. CEH-CEDEX. Madrid. HARDY, L. y GARRIDO, A. (2010): "Análisis y evaluación de las relaciones entre el agua y la energía en España". Papeles de Agua Virtual. Número 6. Fundación Botín. Madrid.

Tabla 256. Consumo aparente en el transporte de electricidad (GWh)

	2007	2011
GWh primario/ GWh neto en bornas de la central	2,13	2,06
GWh primario/ GWh final en punto de consumo	2,31	2,25
Consumo aparente en transporte por cada GWh final	0,08	0,08
Consumo final de GWh en España	290.039	243.508
Consumo en transporte de electricidad (GWh)	23.392	20.563
Consumo en transporte de electricidad (tep)	2.016.383	1.772.522

Estas cifras no se pueden sumar directamente a las de los demás modos de transporte, pues en ese caso se estaría contabilizando dos veces el consumo derivado del transporte en los modos eléctricos (ferrocarril y tubería). Por consiguiente, es necesario restar esas cantidades en cada modo.

Tabla 257. Pérdidas en el transporte de electricidad utilizada por cada modo eléctrico en tep de energía primaria (2012)

	2012
Consumo de electricidad del ferrocarril	42.528
Consumo de electricidad de la tubería energética	2.099
Consumo de electricidad de la tubería de agua	104.326
Consumo de electricidad del metro	12.928
Consumo de electricidad de los ascensores	23.478
Total	185.360

Con todo ello, el consumo energético del transporte de electricidad que no está asignado a los modos eléctricos fue, en 2012, de 1.587.162 tep de energía primaria.

5.9. Transporte vertical

Hay muy escasa información sobre el consumo energético de los sistemas de transporte vertical (ascensores y escaleras y rampas mecánicas) como consecuencia quizás de la propia invisibilidad de estos medios en el análisis convencional del sector. Incluso la información disponible presenta elevadas diferencias dependiendo de la fuente utilizada.

Según uno de los fabricantes⁷², un ascensor medio residencial tiene un consumo total de 1.830 kWh al año repartido del siguiente modo:

Motor: 1.350 kWh/año

Iluminación: 530 kWh/año

Por su parte, un proyecto de investigación europeo denominado E4-Energy-Efficient Elevators and Escalators⁷³ ofrece cifras medias diferentes en el reparto (desplazamiento/consumo estático) y algo más elevadas para el total en los ascensores residenciales: 2.151 kWh al año.

⁷² "Ideas innovadoras para el ahorro de energía en comunidades de propietarios". J. García. Zardoya OTIS. Presentación realizada en noviembre de 2012.

⁷³ <http://www.e4project.eu/>. WP4: Estimation of savings.

Aplicando la primera de las dos cifras (1.830 kWh/año) al conjunto del parque de ascensores existente en España (1.014.953), se puede estimar un consumo total de 376.246 tep de EP en 2012⁷⁴ de los que 277.559 tep se corresponden con la fase de tracción. De ese modo, en términos de consumo energético el ascensor resulta consumir un 66% más de energía que el conjunto de los cinco ferrocarriles metropolitanos existentes en España.

⁷⁴ Con un factor de conversión EP/EF de 2,35 en la electricidad de baja tensión.

6. LA ENERGÍA EMPLEADA EN LA CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS

La primera cuestión fundamental a dilucidar es la determinación de las fronteras de las propias infraestructuras, la decisión sobre lo qué se incorpora a ese concepto y lo qué queda fuera de él. Como se puede observar en la siguiente tabla, cada modo de transporte requiere la construcción, no solo del espacio de circulación y aparcamiento de los vehículos, sino de otro conjunto de edificaciones anejas que resultan imprescindibles a los desplazamientos y que, en ocasiones, forman una misma entidad con la infraestructura de movimiento propiamente dicha.

Un caso nítido de esa identificación entre infraestructuras y edificaciones lo constituyen los aeropuertos, con sus pistas y área de movimiento, por un lado, y sus terminales y hangares por otro. Cuando se habla, por ejemplo, de inversión en infraestructura aeroportuaria, se trata de obras que combinan la infraestructura empleada directamente por los aviones y edificaciones y terminales anejas.

Tabla 258, La composición de las infraestructuras en cada modo de transporte

Modo	Infraestructura de desplazamiento	Infraestructuras de aparcamiento	Edificaciones e instalaciones de apoyo, imprescindibles para el desplazamiento	Observaciones
Viarío	Carreteras y vías urbanas	Aparcamientos en superficie o en edificaciones	Estaciones de aprovisionamiento de combustible Centros de control del tráfico	Se podrían incorporar también algunas áreas de servicio. Las propias estaciones de servicio combinan muchas veces espacios comerciales
Ferrovial	Ferrocarriles	Cocheras, apartaderos y playas de vías	Estaciones ferroviarias, apeaderos y centros de control del tráfico	Las estaciones ferroviarias incorporan áreas comerciales que no son imprescindibles para los desplazamientos
Marítimo	Diques, antepuertos, área de flotación	Dársenas, atraques, pantalanés	Terminales, almacenes, centros de control del tráfico	Las terminales portuarias incorporan áreas comerciales que no son imprescindibles para los desplazamientos
Aéreo	Pistas, área de movimiento de aeronaves	Área de aparcamiento de aviones	Terminales, hangares, instalaciones de control aéreo	Las terminales aeroportuarias incorporan áreas comerciales que no son imprescindibles para los desplazamientos
Tubería	Tuberías, canalizaciones	-	Estaciones de bombeo, depósitos, presas. Centros de control	-
Transporte de electricidad	Redes de alta, media y baja tensión	-	Estaciones eléctricas	-
Transporte vertical	Estructuras que soportan las partes móviles y motores de ascensores, rampas y escaleras mecánicas		Centros de control de seguridad e incidencias	-

A la vista de la tabla anterior es fácil deducir que la tarea de estimar el coste energético de las infraestructuras es de una amplitud y complejidad enorme. La limitada aproximación realizada en este trabajo deber ser, por tanto, interpretada como un ejercicio preliminar, orientado sobre todo a conocer, fundamentalmente, los rasgos de dos tipos de infraestructuras lineales de gran peso en el sistema de transportes del país: las carreteras y los ferrocarriles de alta velocidad.

6.1. Procedimiento de cálculo del coste energético de las infraestructuras lineales

Para estimar la energía empleada en la construcción de infraestructuras de transporte se aprovecha la información suministrada por las partidas presupuestarias incluidas en los proyectos constructivos. Se trata con ello de obtener un ratio específico de coste energético por unidad monetaria presupuestada, para cada tipo de infraestructuras analizado. Así, sabiendo el dinero invertido en un tipo concreto de infraestructura en el país, se puede estimar el coste energético asociado globalmente a su construcción. El procedimiento de cálculo consta de seis pasos sucesivos:

1. Estimación de los recursos energéticos asociados a cada partida de obra en un proyecto de infraestructura.
2. Asignación de un coste energético medio a cada capítulo presupuestario
3. Estimación del reparto de costes entre los diferentes capítulos en un determinado tipo de infraestructura.
4. Conversión a unidades energéticas del reparto de costes por capítulo en un determinado tipo de infraestructura
5. Obtención de un factor de conversión global entre coste energético y coste monetario de cada tipo de infraestructura
6. Asignación de un coste energético a la construcción de un conjunto de infraestructuras durante un determinado periodo de tiempo a partir de su coste monetario.

Se considera que las unidades monetarias presupuestadas son un indicador que ofrece una estrecha correlación con las actuaciones realizadas. Por ejemplo, dos trazados ferroviarios con el mismo número de kilómetros pueden presentar costes muy distintos: uno puede consistir en obras sobre un terreno fácil mientras que en el otro caso, factores como la orografía del terreno pueden originar una solución más compleja y costosa. El dinero presupuestado es el parámetro que dará la medida de las operaciones a realizar y de su intensidad.

Este método se ha aplicado en el presente trabajo a las infraestructuras viarias (carreteras⁷⁵) y los ferrocarriles (con especial atención a las vías de alta velocidad). Una metodología semejante fue utilizada en los años noventa para las primeras cuentas integradas del transporte⁷⁶ y posteriormente en otras investigaciones⁷⁷, las cuales también servirán de

⁷⁵ Queda excluido, por tanto, el consumo energético asociado al viario urbano o de titularidad municipal, del que no se ha conseguido información completa.

⁷⁶ "Análisis comparativo de externalidades y condicionantes de la competitividad por modos de transporte". Gabinete de Economía Aplicada, S.L. (GEA S.L.). Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Madrid, 1992.

⁷⁷ Un análisis de la construcción de carreteras en España ha conducido a asignar hasta el 31,47% de las emisiones de CO₂eq a dicha fase, a lo que se añade un 1,31% de emisiones derivadas del proceso de

referencia sobre las magnitudes calculadas y sobre la energía empleada en otras infraestructuras de transporte no analizadas con tanto detalle.

A continuación se describen pormenorizadamente los seis pasos del método mencionados:

Paso 1. Estimación de los recursos energéticos asociados a cada partida de obra en un proyecto de infraestructura.

Para realizar esta primera estimación se analizan los presupuestos parciales incluidos en el proyecto de una infraestructura, los cuales indican los recursos necesarios para su construcción, así como la valoración económica de dichos recursos. En particular, se tienen en consideración las siguientes claves del consumo energético:

- Horas de maquinaria necesarias para cada proceso: a partir de bases de precios y a través de la medición realizada por el proyecto se establecen las horas necesarias de maquinaria, que se convertirán en litros de combustible consumidos en el proceso de la obra, con su correspondiente coste energético.
- Consumo energético asociado a determinados materiales: en las dos últimas décadas se han estudiado a fondo los costes energéticos de fabricación de numerosos materiales. Partiendo de dichos estudios se puede establecer una correspondencia directa entre cantidad de material y coste energético (se ha elegido siempre la unidad tep: tonelada equivalente de petróleo). Los materiales primarios principales que aparecen en los presupuestos de las infraestructuras de transporte son:

Tabla 259. Equivalencia energética de materiales primarios

	Tep (EP)/kg	Fuentes
Hormigón	1,78723E-05	Energía y automóvil, un análisis del ciclo global del transporte. Economía industrial nº 314 (1997). Marta Román Rivas
Cemento	0,00012	Energía y automóvil, un análisis del ciclo global del transporte. Economía industrial nº 314 (1997). Marta Román Rivas
Acero	0,00061	ENERTRANS
Asfalto	0,00104	Energía y automóvil, un análisis del ciclo global del transporte. Economía industrial nº 314 (1997). Marta Román Rivas
Gasoil	1,21	ENERTRANS
PVC	0,001263495	Estudio estratégico del ciclo de vida del PVC. ANIQ. México, 2006
Aluminio	0,00512	ENERTRANS

Conociendo el coste energético de esos materiales se puede estimar el correspondiente a otros elaborados a partir de ellos, adoptando valores medios sobre los productos presentes en el mercado.

mantenimiento. Véase “Análisis de las emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo del ciclo de vida de las carreteras”. Tesis doctoral de Álvaro Berzosa. Departamento de Ecología, Facultad de Biológicas de la Universidad Complutense de Madrid, 2013.

Tabla 260. Unidades de referencia para la estimación del coste energético de materiales elaborados

	Cantidad	Unidad
Tubería PVC	13,20	kg/m
Láminas PVC (2mm)	2,90	Kg/m ²
Bulón (acero) (supuesto 0,27 m3 x bulón de 2,5m)	7,85	kg/m ³
Canaleta (hormigón)	176,00	kg/m
Aluminio (secundario)	5,40	Kg/m ²
Cuneta (hormigón)	369,00	kg/m
Pasacunetas (tubo PVC)	13,20	kg/m
Bordillo hormigón C2	147,00	kg/ml
Cuneta triangular (hormigón)	720,00	kg/m
Bajante (hormigón)	391,00	kg/m
Caño hormigón	650,00	kg/m
Barandilla (aluminio)	28,00	kg/ml
Pretil metálico	60,00	kg/m
Escamas hormigón	333,33	Kg/m ²
Bulón (acero)	0,63	Kg/ml
Cercha (acero)	25,00	kg/m
Barrera de carretera BMSNA4/120A (acero)	20,00	kg/m
Barrera de carretera hormigón	0,24	m ³ /m
Tubo de acero (300 mm)	40,55	kg/ml
Malla (acero)	5,29	kg/ml
Pilote	5,31	m ³ /m
Viga doble T	200,00	kg/m
Traviesa hormigón PR-01	0,16	m ³ /m
Carril UIC-60	60,00	kg/m

- A todos aquellos productos u operaciones que no han tenido su adecuada conversión energética (debido sobre todo a la insuficiencia de datos) se les asigna una ponderación basada en ratios económicos, es decir, haciéndoles corresponder un porcentaje del consumo energético equivalente a su peso económico.
- Los gastos generales se incorporan al resto de datos después de calcular un ratio económico medio, a aplicar a esta y otras partidas poco específicas.

Se asume como limitación del método que los presupuestos que aparecen en los pliegos de licitación no necesariamente se corresponden de manera estricta con la realidad ejecutada, pues pueden sufrir modificaciones y cambios diversos, además del diferencial entre el precio de licitación y los importes de adjudicación.

Las ventajas, no obstante, de elegir el presupuesto como fuente primaria de información son:

- Los presupuestos son datos públicos que aparecen en el momento de licitación de una obra, por tanto son relativamente accesibles y se puede contar con un número suficiente de los mismos. Ciertamente sería preferible el conocimiento de la realidad ejecutada, pero lo realmente ejecutado tiene la característica de ser difícilmente accesible, ya que las empresas privadas no acostumbran a presentar datos de ejecución. Estando ligados a un contrato, los datos que pudieran presentar difícilmente van a plasmar las modificaciones sobre lo proyectado.

- Aunque el presupuesto calculado se vea sobrepasado debido a modificaciones esto no va a suponer nunca un problema si la estimación del coste energético se plantea en forma de ratio económico, pues conociendo el dinero final invertido (incluyendo modificaciones y similares) se puede estimar el coste energético de la infraestructura.
- Las bajas económicas que puedan ofertar las empresas privadas tampoco suponen un problema inabordable, ya que, en principio, estas bajas ni pueden ni deben afectar a las mediciones, que son la base del análisis. Las mediciones establecidas en las licitaciones son las estimadas como reales, y sobre ellas no influyen las consideraciones económicas.
- Así, en definitiva, se considera que el presupuesto de obra es una fuente de datos suficientemente rigurosa a los efectos de este tipo de análisis.

Paso 2. Asignación de un coste energético medio a cada capítulo presupuestario

Se trata ahora de realizar un estudio del presupuesto desagregado de unos cuantos proyectos de obra que permitan determinar el coste energético de cada capítulo, sumando los costes energéticos de cada partida. El coste energético se normaliza a través de la variable económica, es decir, a través de un ratio tep/€ para cada capítulo y para cada obra.

El estudio de un número suficiente de obras determina un valor tep/€ medio para cada capítulo principal del presupuesto. Se ha comprobado que existe una relación entre el coste energético de un mismo capítulo en proyectos de obras distintas. Dicho de otra forma, un capítulo particular del presupuesto de diferentes obras tiene un ratio unitario coste energético-unidad monetaria que tiende a ser constante, esto es, hay una similitud cualitativa dentro de un mismo capítulo.

Un mismo capítulo de obra, analizados los suficientes presupuestos, tiende a mostrar las mismas actuaciones, diferenciando principalmente las mediciones. La maquinaria involucrada en un mismo capítulo y en diferentes proyectos puede tomarse como similar, las materias primarias de un mismo capítulo y en diferentes proyectos también pueden tomarse como similares, por tanto el ratio energía-dinero puede entenderse como constante.

Tomar los capítulos como unidades de análisis para el cálculo de los ratios permite introducir una aproximación cualitativa, pues se agrupan tareas similares a la hora de acometer el análisis energético, normalizando los valores con el coste de dichas tareas.

En los proyectos analizados se observa, en ocasiones, un mayor ajuste a estas premisas y, por el contrario, en ocasiones se observa una cierta desviación. No obstante se toma como suficiente esta aproximación al observar que los casos que se ajustan constituyen la mayor parte de la cuantía económica, es decir, en todos los presupuestos existe algún capítulo que es más un "cajón de sastre" donde se incluyen operaciones diversas y no coincidentes entre diferentes proyectos, pero la cuantía de estos capítulos es sensiblemente menor que los capítulos en los que se observa una mayor uniformidad; al normalizar los valores con las cuantías económicas se da una mayor relevancia a los datos que se ajustan a las premisas.

Dado que el fenómeno de la inflación puede desvirtuar las cuentas, se homogeneizarán las cantidades monetarias a un año común. Con ese fin se ha desarrollado una sencilla herramienta informática auxiliar para convertir cantidades monetarias a un año de referencia constante. En este caso, las cantidades procesadas se han actualizado a euros de 2012.

Estudiando un número suficiente de obras se llega a estimar la proporción de cada partida en cada capítulo de la obra tipo. Un movimiento de tierras, por ejemplo, siempre se verá afectado

por procesos similares, es el dinero el que va a establecer la magnitud de las operaciones. Se busca una validez a expresiones del tipo: coste energético por euro para la construcción de un viaducto.

En un mismo capítulo en diferentes obras se asume que hay una cierta similitud entre lo cualitativo y una cierta variación entre lo cuantitativo; por ejemplo, habrá en todas movim�entos de tierras, pero su dimensión estará reflejada en el presupuesto.

Como ejemplo de este paso, la tabla siguiente ofrece los datos de consumo energético por cada 1.000 euros en cada capítulo de un proyecto determinado de alta velocidad ferroviaria:

Tabla 261. Relación de consumo energético por unidad de inversión en cada capítulo de una infraestructura ferroviaria de alta velocidad

	Tep/1000 €
OBRAS DE TIERRA	0,13
DRENAJE	0,27
ESTRUCTURAS	0,48
TUNELES	0,20
INSTALACIONES FERROVIARIAS DE PLATAFORMA	0,20
INTEGRACIÓN AMBIENTAL	0,16
REPOSICIÓN SERVIDUMBRES	8,43
OBRAS COMPLEMENTARIAS	2,65
SITUACIONES PROVISIONALES	9,18

Realizando el mismo ejercicio para un conjunto de proyectos se pueden detectar anomalías y singularidades para evitar incorporar errores y realizar una ponderación de todos ellos.

Ilustración 4. Análisis de consumo energético por unidad de inversión en cada capítulo de diferentes infraestructuras ferroviarias de alta velocidad

PROYECTO 4	tep/1000 €		tep/1000 €
OBRAS DE TIERRA	0,14		0,14
OBRAS DE TIERRA	0,19		0,28
DRENAJE	0,36		0,40
DRENAJE	0,43		0,32
OBRAS DE TIERRA	0,19		0,11
DRENAJE	0,41		4,66
DRENAJE	0,80		0,13
OBRAS DE TIERRA	0,13		1,92
DRENAJE	0,27		3,30
ESTRUCTURAS	0,48		0,25
TUNELES	0,20		0,29
INSTALACIONES FERROVIARIAS DE PLATAFORMA	0,20		0,13
INTEGRACIÓN AMBIENTAL	0,16		0,41
REPOSICIÓN SERVIDUMBRES	8,43		0,19
OBRAS COMPLEMENTARIAS	2,65		0,13
SITUACIONES PROVISIONALES	9,18		
ACTUACIONES EN VÍA EXISTENTE			

El consumo energético de cada capítulo de cada proyecto se pondera con su coste de licitación para obtener un coste promedio de referencia que, en el caso de la infraestructura ferroviaria de alta velocidad, ha resultado como sigue:

Tabla 262. Relación de consumo energético por unidad de inversión en cada capítulo del conjunto de proyectos de alta velocidad ferroviaria

Capítulo de referencia	tep/ 1000 €
OBRAS DE TIERRA	0,175
DRENAJE	0,309
ESTRUCTURAS	0,520
TUNELES	0,161
INSTALACIONES FERROVIARIAS DE PLATAFORMA	0,229
INTEGRACIÓN AMBIENTAL	0,117
REPOSICIÓN SERVIDUMBRES	2,764
OBRAS COMPLEMENTARIAS	1,187
SITUACIONES PROVISIONALES	0,526
ACTUACIONES EN VÍA EXISTENTE	0,220
OTROS (INFRAESTRUCTURAS, TRATAMIENTOS DEL TERRENO...)	0,046
SEGURIDAD Y SALUD	-

Paso 3. Estimación del reparto de costes entre los diferentes capítulos en un determinado tipo de infraestructura.

Conocido, a través de los pasos anteriores, el coste energético por cada capítulo de obra, se puede analizar, en un conjunto más amplio de obras, el reparto del presupuesto entre los diferentes capítulos.

Para ello se estudia el cuadro resumen de presupuesto del mayor número de obras posible, para establecer cuánto dinero corresponde a capítulo del presupuesto. Con los datos disponibles se pondera la aportación de cada capítulo de obra sobre el global.

Este paso se caracteriza por la facilidad de procesado de los datos. Únicamente se requiere el cuadro resumen de presupuesto de todas las obras posibles para establecer que, de media, al capítulo x se le asigna el y % de cualquier cifra de inversión.

El reparto presupuestario estimado para la construcción de líneas de alta velocidad ferroviaria y de carreteras, obtenido por dicho método a través de un número amplio de proyectos de construcción, es el siguiente:

Tabla 263. Reparto presupuestario de los capítulos habituales en los proyectos de alta velocidad ferroviaria

Capítulo de referencia	Porcentaje del presupuesto
OBRAS DE TIERRA	18,56%
DRENAJE	3,39%
ESTRUCTURAS	32,57%
TUNELES	24,99%
INSTALACIONES FERROVIARIAS DE PLATAFORMA	1,81%
INTEGRACIÓN AMBIENTAL	6,22%
REPOSICIÓN SERVIDUMBRES	2,39%
OBRAS COMPLEMENTARIAS	1,36%
SITUACIONES PROVISIONALES	2,47%
ACTUACIONES EN VÍA EXISTENTE	4,06%
OTROS (INFRAESTRUCTURAS, TRATAMIENTOS DEL TERRENO...)	0,38%
SEGURIDAD Y SALUD	1,79%

Tabla 264. Reparto presupuestario de los capítulos habituales en los proyectos de infraestructuras viarias

Capítulo de referencia	Porcentaje del presupuesto
MOVIMIENTO DE TIERRAS	10,66%
FIRMES Y PAVIMENTOS	8,51%
DRENAJE	5,54%
SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	2,05%
SERVICIOS AFECTADOS	1,20%
OBRAS COMPLEMENTARIAS	4,92%
ESTRUCTURAS	21,18%
MEDIDAS CORRECTORAS AMBIENTALES	1,18%
TÚNELES	37,40%
ILUMINACIÓN	1,46%
OTROS	4,72%
SEGURIDAD Y SALUD	1,18%

Lo observado es que existe una mayor homogeneidad en los capítulos principales, los que más peso tienen sobre el total; otros capítulos que funcionan más como un cajón de sastre tienen una aportación mucho menor en los resultados finales.

Paso 4. Conversión a unidades energéticas del reparto de costes por capítulo en un determinado tipo de infraestructura

Combinando los resultados del paso 2 y del paso 3, es decir, adoptando los ratios obtenidos y ponderándolos adecuadamente por su peso económico, se convierten las unidades monetarias en unidades energéticas por cada capítulo, tal y como se ejemplifica en las tablas siguientes referidas a las infraestructuras de alta velocidad ferroviaria y de carreteras.

Tabla 265. Conversión entre unidades monetarias y unidades energéticas en cada capítulo de los proyectos de alta velocidad ferroviaria

Capítulo de referencia	tep/ 1000 €
OBRAS DE TIERRA	0,205
DRENAJE	0,278
ESTRUCTURAS	0,411
TUNELES	0,158
INSTALACIONES FERROVIARIAS DE PLATAFORMA	0,190
INTEGRACIÓN AMBIENTAL	0,154
REPOSICIÓN SERVIDUMBRES	2,762
OBRAS COMPLEMENTARIAS	1,151
SITUACIONES PROVISIONALES	0,498
ACTUACIONES EN VÍA EXISTENTE	0,190
OTROS (INFRAESTRUCTURAS, TRATAMIENTOS DEL TERRENO...)	0,051

Tabla 266. Conversión entre unidades monetarias y unidades energéticas en cada capítulo de los proyectos de infraestructuras viarias

Capítulo de referencia	tep/ 1000 €
MOVIMIENTO DE TIERRAS	0,556
FIRMES Y PAVIMENTOS	0,984
DRENAJE	0,492
SEÑALIZACION, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	0,295
SERVICIOS AFECTADOS	0,870
OBRAS COMPLEMENTARIAS	0,435
ESTRUCTURAS	0,390
MEDIDAS CORRECTORAS AMBIENTALES	0,177
TÚNELES	0,237
ILUMINACIÓN	0,507
OTROS	0,410
SEGURIDAD Y SALUD	0,410

Paso 5. Obtención de un factor de conversión global entre coste energético y coste monetario de cada tipo de infraestructura

Contando con el coste energético por euro de cada capítulo presupuestario y teniendo la contribución de cada capítulo sobre la cifra total de inversión se puede establecer el coste energético de la inversión ligada a la construcción de infraestructuras.

Tabla 267. Conversión entre unidades monetarias y unidades energéticas en los proyectos de infraestructuras de alta velocidad ferroviaria y carreteras

	Tep/millón de €
Infraestructuras viarias	413,1
infraestructuras de alta velocidad ferroviaria	335,9

Paso 6. Asignación de un coste energético a la construcción de un conjunto de infraestructuras a lo largo de un periodo determinado de tiempo a partir de su coste monetario.

Una vez obtenido un ratio que relaciona unidades energéticas y monetarias se puede aplicar dicho factor de conversión a cualquier conjunto de infraestructuras a lo largo de un determinado periodo de tiempo.

Una cuestión fundamental es la selección del periodo de tiempo sobre el que se quieren hacer los cálculos, pues las cifras de inversión oscilan a lo largo de los años. Es evidente que, si se estima el consumo energético que ha requerido la construcción, por ejemplo, de la red de carreteras en España en un año particular, la asignación a los desplazamientos realizados en ese año está sujeta a la variación propia de dicha inversión en infraestructuras.

Los años de grandes inversiones en carreteras derivarían en una asignación de energía muy elevada, al contrario que los años de escasa inversión. Por otra parte, la inversión en nuevas carreteras genera un patrimonio que hay que mantener con costes crecientes (monetarios y

energéticos) a lo largo de los años, lo que indica la complejidad de asignar también la energía de dichos procesos a los desplazamientos de los diferentes vehículos.

Con el fin de ofrecer una imagen de mayor precisión y estabilidad, la metodología empleada en el presente trabajo difiere de la utilizada en las primeras cuentas del transporte de los años noventa. Téngase en cuenta que los años seleccionados para fijar el análisis actual (2007 y 2012) representan anualidades extremas por arriba y por abajo en cuanto a inversiones de la administración pública.

Si en los años noventa se repartieron los consumos energéticos de la construcción y mantenimiento de las infraestructuras proporcionalmente a la producción de movilidad en un año determinado, para las cuentas presentes se realiza un ejercicio de amortización de las infraestructuras, en un periodo relativamente largo de tiempo que garantiza una menor afección de las oscilaciones anuales.

El periodo de amortización seleccionado es de 50 años, tal y como se explica en el capítulo correspondiente de esta metodología.

Al igual que ocurre con el reparto del consumo energético en la fabricación de los vehículos, se ha considerado que los costes energéticos en la construcción de la infraestructura repercuten sobre los desplazamientos de los vehículos que las utilizan a lo largo de toda la vida útil de dichas infraestructuras, distribuyéndose de forma homogénea a lo largo de todo este periodo, en lo que a los efectos del presente trabajo se ha denominado "**amortización del consumo energético de construcción de infraestructuras**". La principal implicación metodológica de este supuesto es que, como se ha indicado, en lugar de considerar exclusivamente la inversión en infraestructuras realizada en los años a estudio (2007 y 2012), como se hubiera hecho siguiendo la metodología de los años noventa, la perspectiva se amplía a toda la inversión realizada a lo largo del periodo de amortización.

De ese modo, el coste energético de la construcción de las infraestructuras se reparte, de forma homogénea, a lo largo de dicho periodo de amortización. El coste de una infraestructura construida en un año 1 tendrá un coste energético asociado en el año 1, en el año 2, el 3, etc., hasta el año 50, mediante la aplicación del ratio energía/dinero obtenido. Esto se repite hasta el final del periodo de amortización. De igual forma pasaría con una infraestructura construida en el año 2. Cabe destacar que no se han tenido en cuenta gastos financieros en los procesos de amortización, ya que estos no poseen una traducción en términos energéticos.

6.2. Aplicación del método a las infraestructuras ferroviarias y viarias

Como se deduce de lo anterior, para la aplicación de estos resultados se requiere una serie histórica de inversiones suficientemente larga como la que ofrecen los siguientes documentos:

- *La inversión pública en infraestructuras ferroviarias*⁷⁸.
- *El stock de capital en España y su distribución territorial (1964-2002)*⁷⁹. Nueva metodología para las carreteras.

⁷⁸ De Gustavo Nombela. Publicado por la Fundación de Estudios de Economía Aplicada. Colección Estudios Económicos nº 25. 2008.

⁷⁹ De Mas, M., Pérez, F. y Uriel, E. Publicado por la Fundación BBVA, Bilbao, 2005.

Las cifras de inversión anuales se han convertido a euros de 2012 para evitar el efecto de depreciación de la moneda. La diferenciación dentro del ferrocarril se ha obtenido a partir de los datos de inversión en alta velocidad recogidos por ADIF en sus memorias anuales y otras fuentes.

Tabla 268. Inversión en carreteras y ferrocarriles (millones de euros actualizados a 2012)

	Carreteras ⁸⁰	Ferrocarril	
		Alta Velocidad	Resto ferrocarril
Inversión total 1964-2012	284.764	53.200	77.846
Inversión media 1964-2012	5.812	1.086	1.589
Inversión total 1993-2012	161.741	49.096	40.548
Inversión media 1993-2012	8.087	2.455	2.027
Inversión en 2007	8.047	4.907	999
Inversión en 2012	6.318	3.668	271

Las cifras de inversión realizada en ese periodo permiten calcular el coste de amortización de las diferentes infraestructuras, arrojando los siguientes resultados:

Tabla 269. Inversión amortizada (millones de euros) de las infraestructuras lineales en 2012

	Inversión amortizada
Infraestructuras viarias	5.695,28
infraestructuras de alta velocidad ferroviaria	1.063,99
Infraestructura de ferrocarril convencional	1.556,92

Con estas cifras y los datos de conversión €/tep obtenidos anteriormente, se puede estimar el consumo energético asociado a esa inversión amortizada en 2012.

Tabla 270. Coste energético de la inversión amortizada en infraestructuras ferroviarias y de carreteras

	Carreteras ⁸¹	Ferrocarril	
		Alta Velocidad	Resto ferrocarril
Amortización anual de la infraestructura (millones de €)	5.695,28	1.063,99	1.556,92
tep asociadas a la inversión amortizada	2.352.615	357.395,94	522.974,28
km de red	165.595 ⁸²	2.144 ⁸³	13.788 ⁸⁴
tep / km	14,2	166,7	37,9

⁸⁰ No se incluye el viario municipal urbano o interurbano.

⁸¹ No se incluye el viario municipal urbano o interurbano.

⁸² Anuario Estadístico 2012 publicado por el Ministerio de Fomento.

⁸³ Los datos de ADIF sobre la red de alta velocidad española en su página web son mucho más elevados que los ofrecidos por Eurostat, cuya fuente es la Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC) con datos actualizados en julio de 2012. La diferencia fundamental parece que reside en que ADIF incluye como alta velocidad las líneas de ancho ibérico mejoradas para velocidades de 200-250 km/h, como el corredor mediterráneo entre Valencia y Tarragona. Según ADIF, cuando se inauguraron el 8 de enero de 2013 los tramos todavía no abiertos de la línea Barcelona-Figueras, la red contaba con una longitud de 3.100 km, lo que significa que a finales de 2012 se contabilizaban 3.044 kilómetros de líneas de alta velocidad, pues la nueva línea tiene una longitud de 131 km de los cuales 75 estaban en uso desde 2010.

⁸⁴ Dato proveniente del Anuario Estadístico 2012 del Ministerio de Fomento, suponiendo que las cifras publicadas contienen las líneas de alta velocidad, y restando por tanto dicha cifra.

Como se puede observar, el coste energético de la inversión en alta velocidad ferroviaria es 4,4 veces más elevado que la inversión en ferrocarriles convencionales, y 11,7 veces superior a la de las carreteras. Sin embargo, sobre estos resultados hay que hacer algunas precisiones.

En primer lugar, el ratio utilizado como base para el análisis del ferrocarril convencional es el calculado para el caso de las líneas de alta velocidad ferroviaria, motivo por el cual, es factible que las cifras y las estimaciones de costes energéticos para el ferrocarril convencional estén algo sobredimensionadas.

En segundo lugar, las líneas de alta velocidad ferroviaria están todavía en evolución, sin haber alcanzado un escenario estable como en el caso de carreteras, pues además de nuevas líneas se están generando nuevos servicios y tarifas. Esto implica que es necesario hacer un seguimiento para poder comprobar la evolución del número de personas que viajan así como la cuantía de las inversiones futuras.

En ese sentido tendrán influencia dos factores que operan en sentido contrapuesto:

- Por una parte, y fruto del ajuste y disminución en las tarifas, se podrá observar un incremento del número de personas que utilizan las líneas de alta velocidad, lo cual repercutirá en una disminución de los ratios energético por persona-km.
- Por otra parte, las amortizaciones anuales tienen y tendrán una evolución creciente, ya que se remontan a las dos últimas décadas. Si se realizan las inversiones previstas en nuevas líneas, las amortizaciones anuales (y su consiguiente transformación en coste energético) se incrementen continuamente durante al menos 30 años, ya que se estará incorporando la parte correspondiente a la amortización de cada año más lo acumulado de los importes sobre los que no ha vencido el período de amortización.

7. LA ENERGÍA EMPLEADA EN LA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSPORTES

La gestión y mantenimiento del sistema de transportes incorpora una serie de actividades imprescindibles para que se produzcan los desplazamientos. Al margen de las labores de mantenimiento de las infraestructuras directamente implicadas en el desplazamiento, como por ejemplo, la conservación de carreteras o el mantenimiento de la infraestructura de vía ferroviaria, las principales tareas de gestión y mantenimiento del sistema de transportes son:

- regulación del sistema
- control y sistemas de seguridad
- gestión del acceso al transporte
- gestión de las terminales, paradas y estaciones de acceso
- mantenimiento de los vehículos

Las características y dimensiones de esos procesos son muy diferentes en unos modos y medios de transporte y en otros, generándose, además, numerosas fronteras difusas entre la propia actividad de desplazamiento y otras asociadas a la misma. Dejando a un lado las tareas, sobre todo de la administración pública, de regulación de cada uno de los sectores y modos, las principales actividades vinculadas a esta fase son:

Tabla 271. Elementos principales de la gestión y mantenimiento del transporte

	Control y sistemas de seguridad	Gestión del acceso al transporte	Terminales, paradas y estaciones	Mantenimiento de los vehículos
Aviación	Regulación y control aéreo	Venta de billetes y gestión de los servicios de carga	Terminales aeroportuarias	Hangares
Viarío	Sistemas de vigilancia, control del tráfico, iluminación viaria	Venta de billetes, de vehículos y gestión de los servicios de mercancías	Aparcamientos	Estaciones de servicio y establecimientos de reparación y venta de repuestos
Ferrocarril	Control del tráfico ferroviario	Venta de billetes y gestión de los servicios de mercancías	Estaciones, apartaderos, apeaderos	Cocheras
Metro	Control del tráfico ferroviario	Venta de títulos de transporte	Estaciones	Cocheras
Marítimo	Control del tráfico marítimo y salvamento	Venta de billetes, de barcos y gestión de los servicios de mercancías	Terminales portuarias de personas y carga	Astilleros y otros espacios de reparación de buques
Tubería	Regulación y seguridad	Gestión del transporte	Estaciones de suministro y bombeo	-
Transporte de electricidad	Regulación y gestión de la generación y el transporte	Contratación de suministro	Estaciones y subestaciones	-
Transporte vertical	Servicios de mantenimiento y seguridad	Comercialización de ascensores, rampas y escaleras mecánicas	-	Servicios de mantenimiento y seguridad

A la vista de la tabla anterior se pueden comprender las grandes dificultades de asignar un coste energético a cada una de esas tareas en cada modo y medio de transporte. Un par de ejemplos pueden dar idea de la considerable importancia desde el punto de vista energético y, también, de la dificultad que tendría computar de manera rigurosa esas tareas.

El primero ejemplo lo aportan las estaciones de los ferrocarriles metropolitanos, espacios tan imprescindibles como la propia infraestructura de vía para la realización de los desplazamientos. En las estaciones del metro se produce una parte considerable del consumo energético de ese medio, proporción que ha ido creciendo en los últimos años conforme se ha incrementado la exigencia en accesibilidad (ascensores y escaleras mecánicas) y otros elementos de confort (climatización). En esas cifras se incluye también el consumo necesario para las actividades comerciales existentes en algunas estaciones.

En el caso del metro de Madrid, entre 2007 y 2012 la proporción entre energía de tracción y la requerida por los servicios auxiliares pasó del 70/30 al 65/35. Si se tuvieran en cuenta los consumos que la Memoria de Responsabilidad Social Corporativa de Metro (2012) denomina como "directos" (gas natural y gasóleo en calefacción, gasóleo de vehículos, gasóleo en dresinas), la proporción de energía en tracción respecto al total alcanzaría únicamente el 63%.

El segundo ejemplo lo ofrecen los aeropuertos, espacios en los que produce no solo el embarque de personas, maletas y mercancías, sino en los que también se realiza una parte del control aéreo, se gestiona una parte del acceso (venta de billetes) o se ofrecen servicios complementarios comerciales y de restauración, los cuales no son imprescindibles para el desplazamiento, pero sí forman parte de los rasgos básicos de este modo de transporte.

Pues bien, el consumo eléctrico en las terminales aeroportuarias y las instalaciones de navegación aérea gestionadas por AENA alcanzó en 2012 una cifra de 1.170 GWh⁸⁵, lo que representa 205.000 tep de energía primaria, es decir, el 3,5% del consumo de energía de la fase de operación. Todo ello sin contar con el consumo de combustibles propio de los vehículos que dan servicio a las pistas y aviones.

7.1. El mantenimiento de los automóviles

Aunque la realización de análisis de ciclo de vida se ha generalizado en el ámbito de la automoción, y en ellos se incluye información sobre, entre otras cuestiones, los costes energéticos asociados a todas las fases de la vida de los automóviles, no resulta sencillo encontrar información al respecto de las tareas de mantenimiento y reparación de los automóviles. La razón fundamental es que, en numerosos casos, se desprecia este apartado por considerarlo irrelevante frente a los efectos (entre ellos el consumo energético) originados por las fases de fabricación, uso o fin de la vida útil.

Esto, que puede resultar aceptable cuando se analiza la vida de un único vehículo, no se justifica si el análisis, como es el caso de este trabajo, se realiza para la flota nacional de vehículos, cuando los automóviles se cuentan por millones y su no contabilización escondería un importante consumo energético del sistema.

⁸⁵ La Memoria 2012 de Responsabilidad Corporativa de AENA da una cifra de 1.018 GWh de electricidad procedente de la red, a lo que habría que añadir cerca de otros 5 GWh de producción propia renovable.

Dichos consumos energéticos asociados al mantenimiento y reparación de los automóviles incluyen dos componentes fundamentales:

- Consumo energético de los talleres en los que se realizan dichas tareas
- Contenido energético de las piezas y recambios empleados

Dada la dificultad para encontrar información a la que antes se aludía, se han empleado dos fuentes diferenciadas para abordar cada una de las componentes señaladas.

Consumo energético de los talleres

En este caso, se cuenta con información proveniente del estudio “Evaluación básica de análisis de ciclo de vida de la fabricación, uso y fin de vida de los automóviles y camiones en España”, elaborado por el FEDIT y el Observatorio Industrial del Sector Fabricantes de Automóviles y Camiones. En él se estima este consumo energético a partir de lo que denomina “número de pasos” por el taller para realizar tareas de electromecánica o chapa y pintura. Es decir, el número de veces por año que es necesario que un automóvil sea sometido a procesos de este tipo:

Tabla 272. Estimación del consumo energético final en talleres de mantenimiento y reparación de automóviles

Tipo de proceso	kWh/paso (electricidad)	Pasos/año	kWh/vehículo-año
Electromecánica	10	1,0	10
Chapa y pintura	60	0,5	30
TOTAL:			40

A la hora de realizar esta estimación, la investigación del FEDIT ha desestimado el consumo de gas natural, por considerarlo despreciable frente al de energía eléctrica (inferior al 5%).

La investigación tomada como referencia se centra en turismos y camiones. A falta de información específica sobre otros tipos de vehículos, sus resultados se consideran adecuados para turismos, furgonetas, camiones y autobuses. Sin embargo, en el caso de los vehículos motorizados de dos ruedas se desestima la componente de consumo asociada a la chapa y pintura, considerándose únicamente las tareas de electromecánica. Por último, se omiten del cálculo los vehículos de las categorías “Remolques y semirremolques” y “Otros vehículos”.

Hechas estas simplificaciones, el siguiente cuadro sintetiza los resultados obtenidos en la estimación del consumo energético asociado a los talleres de mantenimiento y reparación de vehículos automóviles:

Tabla 273. Consumo energético de la flota de automóviles española en talleres de mantenimiento y reparación (2007)

	Nº de vehículos	Consumo de energía final en talleres de mantenimiento y reparación (Tep EF)	Consumo de energía primaria en talleres de mantenimiento y reparación (Tep EP)
Turismos	21.760.174	74.855	174.487
Camiones	2.704.880	9.305	21.689
Furgonetas	2.435.706	8.379	19.531
Motocicletas	2.311.346	1.988	4.633
Ciclomotores	2.430.414	2.090	4.872
Autobuses	61.039	210	489
Tractores industriales	212.697	732	1.706
Remolques y semiremolques	404.859	0	0
Otros vehículos	427.756	0	0
Total viario motorizado	32.748.871	97.558	227.408

Tabla 274. Consumo energético de la flota de automóviles española en talleres de mantenimiento y reparación (2012)

	Nº de vehículos	Consumo de energía final en talleres de mantenimiento y reparación (Tep EF)	Consumo de energía primaria en talleres de mantenimiento y reparación (Tep EP)
Turismos	22.247.528	76.531	178.395
Camiones	2.696.904	9.277	21.626
Furgonetas	2.287.818	7.870	18.345
Motocicletas	2.852.297	2.453	5.718
Ciclomotores	2.169.668	1.866	4.349
Autobuses	61.127	210	490
Tractores industriales	186.964	643	1.499
Remolques y semiremolques	410.369	0	0
Otros vehículos	460.196	0	0
Total viario motorizado	33.372.871	98.851	230.422

Contenido energético de piezas y recambios

En el caso del contenido energético de piezas y recambios, la información de partida proviene del estudio "Environmental Improvement of Passenger Cars (IMPRO-car)" del Joint Research Centre de la Unión Europea. Dicho estudio realiza un análisis de ciclo de vida para dos turismos tipo (de gasolina y gasoil, respectivamente), así como para el conjunto de la flota de turismos de la EU-25 en el año 2005.

En el marco de dicho análisis de ciclo de vida se considera la energía primaria presente en los materiales que componen una serie de recambios y productos de mantenimiento habituales, para los que establece la siguiente tasa de reposición:

Tabla 275. Tasa de reposición de piezas y recambios de turismos

Tipo de recambio	Distancia (km)
Neumáticos	40.000
Batería	80.000
Lubricante	10.000
Refrigerante	100.000
Líquido de frenos	40.000

Como resultado de dicho análisis, en el que se tiene en cuenta la composición de materiales de dichos recambios y la densidad energética de los mismos, así como la producción de transporte de la flota considerada, el estudio llega a un ratio de consumo energético contenido en los materiales de recambio de 0,144 kep EP/100 vehículo-km.

Al carecer de información específica de otro tipo de automóvil diferente de los turismos, a los efectos de este estudio, se ha estimado el ratio de consumo energético contenido en los materiales para el resto de vehículos a partir de la relación en peso de éstos con los turismos. De tal forma que los resultados de la estimación del contenido energético de los materiales de los recambios son:

Tabla 276. Ratio de consumo energético contenido en los materiales de recambio de los vehículos motorizados

	Peso promedio		Ratio de consumo energético en materiales de recambio (kep EP/100 veh-km)	
	2007	2012	2007	2012
Autobuses	12.507	12.536	1,272	1,280
Ciclomotores	102	88	0,010	0,009
De carga ligeros	1.545	1.445	0,157	0,148
Motocicletas	162	162	0,016	0,017
De carga pesados	5.327	5.327	0,542	0,544
Turismos	1.416	1.410	0,144	0,144

Tabla 277. Contenido energético de los materiales contenidos en los recambios de la flota viaria en España (2007)

2007	Recorridos (millones de veh-km)		Contenido energético de los recambios (tep EP)		
	Interurbano	Urbano	Interurbano	Urbano	Total
Autobuses	2.374	1.263	30.199	16.063	46.262
Ciclomotores	0	2.753	0	286	286
De carga ligeros	24.936	11.283	39.178	17.728	56.905
Motocicletas	1.965	13.783	324	2.271	2.594
De carga pesados	32.018	1.689	173.447	9.147	182.594
Turismos	197.296	94.794	284.099	136.500	420.599
TOTAL	258.589	125.565	527.246	181.994	709.241

Tabla 278. Contenido energético de los materiales contenidos en los recambios de la flota viaria en España (2012)

2012	Recorridos (millones de veh-km)		Contenido energético de los recambios (Tep EP)		
	Interurbano	Urbano	Interurbano	Urbano	Total
Autobuses	2.308	1.227	29.544	15.706	45.250
Ciclomotores	0	1.127	0	101	101
De carga ligeros	15.112	6.957	22.301	10.267	32.568
Motocicletas	1.472	10.648	244	1.762	2.005
De carga pesados	21.691	1.167	118.002	6.351	124.354
Turismos	184.507	90.344	265.684	130.091	395.775
TOTAL	225.090	111.471	435.774	164.279	600.053

Síntesis de resultados

Los siguientes cuadros sintetizan los resultados relativos al consumo de energía en el mantenimiento y reparación de la flota de automóviles en España en los años 2007 y 2012:

Tabla 279. Consumo de energía primaria en el mantenimiento y reparación de la flota viaria en España (2007)

2007	Consumo de energía primaria en talleres de mantenimiento y reparación (Tep EP)	Contenido energético de los recambios (Tep EP)	Total consumo de energía primaria en el mantenimiento y reparación (Tep EP)
Autobuses	489	46.262	46.752
Ciclomotores	4.872	286	5.158
Camiones	23.395	182.594	205.989
Furgonetas	19.531	56.905	76.436
Motocicletas	4.633	2.594	7.228
Turismos	174.487	420.599	595.086
Otros	0	-	0
TOTAL	227.408	709.241	936.649

Tabla 280. Consumo de energía primaria en el mantenimiento y reparación de la flota viaria en España (2012)

2012	Consumo de energía primaria en talleres de mantenimiento y reparación (Tep EP)	Contenido energético de los recambios (Tep EP)	Total consumo de energía primaria en el mantenimiento y reparación (Tep EP)
Autobuses	490	45.250	45.740
Ciclomotores	4.349	101	4.451
Camiones	23.125	124.354	147.478
Furgonetas	18.345	32.568	50.913
Motocicletas	5.718	2.005	7.723
Turismos	178.395	395.775	574.170
Otros	0	-	0
TOTAL	230.422	600.053	830.476

7.2. El mantenimiento del ferrocarril

En el caso del ferrocarril, es habitual que las operadoras ferroviarias publiquen en sus memorias anuales el desglose de consumos energéticos asociados a la tracción y a usos distintos de la tracción. Es el caso, por ejemplo, de RENFE, cuya información será utilizada como referencia para el conjunto del sistema ferroviario, del que es el agente principal, aglutinando la gran mayoría de la actividad del sector. En sus memorias anuales, bajo el epígrafe de usos distintos de la tracción, RENFE publica información relativa al consumo de energía de actividades tales como la prueba de trenes y el funcionamiento de talleres, estaciones y oficinas.

Sin embargo, no se ha encontrado una vía para desagregar el consumo energético asociado al funcionamiento de los talleres, es decir, al mantenimiento de los ferrocarriles, del resto de usos distintos de tracción, más propios de la gestión del sistema.

Así pues, los cálculos y resultados que a continuación se exponen deben ser recibidos con cautela, ya que suponen una mera aproximación a la cuestión, que incluye la componente de consumo energético propia de la gestión del sistema.

Mantenimiento y gestión del ferrocarril

De acuerdo con la información de RENFE, en los años 2007 y 2012, el consumo energético en usos distintos de la tracción representó un 3,9% y un 4,3%, respectivamente, del consumo de energía total (cantidad equivalente a un 4,1% y un 4,5% respecto al consumo energético en tracción, respectivamente).

Suponiendo que esta proporción es idéntica en el caso del resto de operadoras ferroviarias, es posible estimar los consumos energéticos asociados a la gestión y mantenimiento del sistema ferroviario en España:

Tabla 281. Consumo de energía primaria en usos distintos de la tracción ferroviaria

	Consumo energético en tracción (tep EP)		Consumo energético en mantenimiento y gestión (tep EP)	
	2007	2012	2007	2012
RENFE	514.821	553.347	20.911	24.937
FEVE	14.928	13.503	606	609
CC.AA.	41.395	46.081	1.681	2.077
Cías. Privadas	281	181	11	8
TOTAL	571.425	613.112	23.210	27.630

Contenido energético de piezas y recambios

En relación con el mantenimiento del sistema ferroviario, además del consumo energético en usos distintos a la tracción, se ha de considerar el contenido energético de las piezas y recambios que, de manera rutinaria o por necesidades de reparación, se emplean en el mantenimiento de los trenes.

Se trata ésta de una información que cada vez con mayor frecuencia se incluye en las declaraciones medioambientales de los trenes (EPD), indicando la cantidad estimada de materiales necesarios a lo largo de su vida útil a causa del mantenimiento. Dicha información permite establecer la proporción anual respecto al contenido de fabricación de cada uno de los materiales que componen los vehículos que se requiere por motivos de mantenimiento. A los efectos de este trabajo se ha realizado un promedio de los varios trenes para los que se ha contado con la mencionada información⁸⁶, llegando al siguiente resultado:

Tabla 282. Requerimientos de materiales para el mantenimiento de los trenes

Material	(%) respecto a fabricación/año
Acero	1,12%
Aluminio	0,65%
Cobre	0,27%
Plásticos	3,28%
Cauchos	2,40%
Vidrio	2,21%
Fluidos	3,73%
Textiles, algodón, madera, cartón, piel, etc.	3,07%
Otros	9,71%

Dado que el parque móvil ferroviario en los años a estudio es conocido y, por tanto, su peso y contenido en materiales; de los que, a su vez, se conoce la densidad energética, es posible estimar el contenido energético de los materiales de piezas y repuestos en los años 2007 y 2012:

Tabla 283. Contenido energético de piezas y recambios ferroviarios (2007)

2007	(%) Fabricación	(%) Mantenimiento	MATERIALES MANTENIMIENTO (t)			Densidad energética (Tep EP/t)	CONTENIDO ENERGÉTICO MATERIALES MANTENIMIENTO (Tep EP)		
			RENFE	FEVE	CC.AA y Privadas		RENFE	FEVE	CC.AA y Privadas
Acero	46,27%	1,12%	2.634	155	200	0,85	2.236	131	170
Aluminio	26,83%	0,65%	886	52	67	4,75	4.212	248	320
Cobre	11,10%	0,27%	152	9	12	1,55	235	14	18
Plásticos	3,98%	3,28%	665	39	51	2,28	1.516	89	115
Cauchos	2,57%	2,40%	315	18	24	1,69	531	31	40
Vidrio	2,42%	2,21%	272	16	21	0,67	182	11	14
Fluidos	1,25%	3,73%	238	14	18	0,99	236	14	18
Textiles, etc.	1,72%	3,07%	268	16	20	3,21	862	51	65
Otros	3,86%	9,71%	1.910	112	145	1,75	3.343	197	254
							13.354	785	1.015

⁸⁶ SPACIUM, TALENT 2 y REGINA-Intercity X55, todos ellos del fabricante Bombardier.

Tabla 284. Contenido energético de piezas y recambios ferroviarios (2012)

2012	Fabricación (%)	Mantenimiento (%)	MATERIALES MANTENIMIENTO (t)			Densidad energética (Tep EP/t)	CONTENIDO ENERGÉTICO MATERIALES MANTENIMIENTO (Tep EP)		
			RENFE	FEVE	CC.AA y Privadas		RENFE	FEVE	CC.AA y Privadas
Acero	46,27%	1,12%	1.790	168	260	0,85	1.520	143	220
Aluminio	26,83%	0,65%	602	57	87	4,75	2.862	269	415
Cobre	11,10%	0,27%	103	10	15	1,55	160	15	23
Plásticos	3,98%	3,28%	452	42	66	2,28	1.030	97	149
Cauchos	2,57%	2,40%	214	20	31	1,69	361	34	52
Vidrio	2,42%	2,21%	185	17	27	0,67	124	12	18
Fluidos	1,25%	3,73%	162	15	23	0,99	161	15	23
Textiles, etc.	1,72%	3,07%	182	17	26	3,21	585	55	85
Otros	3,86%	9,71%	1.298	122	188	1,75	2.272	213	329
							9.074	852	1.316

Síntesis de resultados

El siguiente cuadro sintetiza los resultados relativos al consumo de energía en el mantenimiento y gestión del sistema español en los años 2007 y 2012:

Tabla 285. Consumo de energía primaria en el mantenimiento y gestión del sistema ferroviario en España

	Consumo energético en mantenimiento y gestión (tep EP)		Contenido energético de materiales en mantenimiento (tep EP)		Total consumo de energía en mantenimiento y gestión del sistema ferroviario (tep EP)	
	2007	2012	2007	2012	2007	2012
RENFE	20.911	24.937	13.354	9.074	34.265	34.011
FEVE	606	609	785	852	1.392	1.461
CC.AA.	1.693	2.085	1.015	1.316	2.708	3.401
TOTAL	23.210	27.630	15.154	11.242	38.364	38.872

7.3. El mantenimiento y gestión de metros y tranvías

Como se indicó a la hora de hablar del consumo energético en la circulación de metros y tranvías, en el caso del metro se ha contado con información proveniente de las memorias de actividad anuales relativa al consumo de energía final en tracción y para servicios auxiliares e instalaciones, entre los que se encuentran talleres y estaciones.

Gracias a esta información es posible obtener una idea del orden de magnitud del consumo energético necesario para el mantenimiento de los sistemas de metro en España. Pero como se ha mencionado para el caso de los ferrocarriles, esta información incluye tanto el consumo de las tareas propias de mantenimiento (talleres) como el correspondiente a la gestión del sistema (estaciones y otras instalaciones), por lo que los cálculos y resultados aquí expuestos deben ser tomados con cautela.

De acuerdo con la información disponible, el consumo de energía primaria necesario para la gestión y el mantenimiento de los sistemas metropolitanos en España supuso un 29,8% y un 32,7% respecto al consumo energético total del sistema en los años 2007 y 2012, respectivamente (cantidad equivalente al 41% y 47% respecto al consumo energético en tracción, respectivamente):

Tabla 286. Consumo de energía primaria en el mantenimiento y gestión de los metropolitanos

	Consumo energético instalaciones y servicios auxiliares (Tep EP)	
	2007	2012
Barcelona	14.090	14.483
Bilbao	4.208	4.416
Madrid	42.876	49.395
Sevilla	-	758
Valencia	4.295	3.397
SUMA	65.470	72.447

No se dispone, sin embargo, de información a este respecto para los sistemas tranviarios, por lo que no ha sido posible realizar esta estimación.

7.4. El mantenimiento de los aviones

A diferencia de otros modos, como el viario, la realización de análisis de ciclo de vida de las aeronaves que componen el sistema de transporte aéreo no es todavía muy habitual. Entre los pocos casos encontrados destacan los trabajos realizados por Mikhail Chester y Arpad Horvath en el marco del proyecto "Environmental Life-cycle Assessment of Passenger Transportation", en el que se realizan análisis de ciclo de vida de diversos casos representativos de los diferentes tipos de vehículos de transporte de pasajeros (coches, autobuses, trenes y aviones) y que han dado lugar a una herramienta de consulta on-line (accesible en www.transportationlca.org/tlcadb.html) en la que se ofrece información sobre los consumos energéticos, las emisiones y otros impactos asociados a las diferentes fases del ciclo de vida de los vehículos analizados. Así como a una serie de publicaciones en las que se detalla la metodología y resultados de sus trabajos (también disponibles a través de la mencionada página web). Entre ellas, una titulada "Environmental Life-cycle Assessment of Passenger Transportation: An Energy, Greenhouse Gas, and Criteria Pollutant Inventory of Rail and Air Transportation", en la que se incluye el caso de tres aeronaves, de tamaño pequeño, mediano y grande, para las que se aporta información en cuanto al consumo de energía por persona-km transportado en las diferentes fases de su ciclo de vida:

Tabla 287. Distribución del consumo energético en el modo aéreo por fases del ciclo de vida (MJ/personas-km)

	Fabricación de vehículos	Operación de vehículos	Mantenimiento de vehículos	Construcción de infraestructuras	Mantenimiento de la infraestructura	Gestión del sistema	Producción de combustible
Embraer 145	4,527%	84,485%	1,249%	0,592%	0,001%	1,096%	8,050%
Boeing 737	1,643%	85,988%	1,846%	0,802%	0,002%	1,525%	8,193%
Boeing 747	9,576%	80,139%	1,365%	0,448%	0,001%	0,835%	7,636%

Considerando el promedio de los tres tipos de aeronave, se observa cómo el consumo energético asociado al mantenimiento de los aviones representa un 1,776% respecto al consumo de energía en la fase de operación de las aeronaves. Siendo el mantenimiento de las infraestructuras un 0,002% del de la fase de operación. Mientras que el consumo energético asociado a la gestión del sistema asciende al 1,371% del consumo en la fase de operación.

Así, teniendo en cuenta las estimaciones realizadas anteriormente para el consumo energético en el desplazamiento de los aviones, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 288. Consumo de energía primaria en el mantenimiento de los aviones

	Operación (tep EP)	Mantenimiento de vehículos		Mantenimiento de la infraestructura		Gestión del sistema		TOTAL Mantenimiento y gestión del sistema	
		(tep EP)	(%) respecto operación	(tep EP)	(%) respecto operación	(tep EP)	(%) respecto operación	(tep EP)	(%) respecto operación
2007	6.572.721	116.745	1,776%	120	0,002%	90.085	1,371%	206.950	3,149%
2012	6.061.652	107.667	1,776%	110	0,002%	83.081	1,371%	190.858	3,149%

Por otra parte, se cuenta con información proveniente de las memorias anuales de AENA, en las que se especifica el consumo de energía eléctrica y combustibles fósiles empleado en la gestión del sistema aeroportuario en España, que en los años a estudio asciende a:

Tabla 289. Consumo de energía primaria en la gestión y mantenimiento del sistema aeroportuario español (AENA)

	2007	2012
Electricidad (tep EP)	156.813	204.092
Gasoil (tep EP)	4.322	4.706
Gasolina (tep EP)	176	125
Gas (tep EP)	1.139	3.658
TOTAL	162.450	212.582

Se observa cómo las cifras estimadas presentan un orden de magnitud similar al obtenido a partir de los trabajos de Mikhail Chester y Arpad Horvath.

Para que esta información fuese completa, faltaría realizar una estimación del contenido energético de los materiales empleados como repuestos. Sin embargo, no ha sido posible obtener información a este respecto.

7.5. El mantenimiento de los barcos

Apenas se ha encontrado información sobre el peso, en términos de coste energético, de las labores de mantenimiento de los barcos. Como única referencia de utilidad se cuenta con lo dispuesto por el informe final del proyecto "LCA SHIP - Design tool for energy efficient ships - A Life Cycle Analysis Program for Ships", de 2004, dedicado al desarrollo de metodologías y herramientas para el desarrollo de análisis de ciclo de vida de embarcaciones. A falta de información específica sobre la materia, los autores de este informe sugieren realizar las siguientes hipótesis:

- Un 10% de la cantidad de acero es repuesta a lo largo de la vida útil del barco (lo que se traduce en un 0,04% anual, considerando el periodo de vida útil de 25 años)
- Un 50% de los materiales de los equipamientos son repuestos a lo largo de la vida útil (2% anual)

Se ha realizado una estimación para el caso de la flota de transporte marítimo española siguiendo estas directrices, cuyos resultados son:

Tabla 290. Materiales repuestos en el mantenimiento de los barcos en España (2007)

2007	(%) Material	(%) anual de reposición	MATERIALES (t)			Densidad energética (Tep EP/t)
			Barcos porta- contenedores	Barcos de personas	Resto barcos	
Acero laminado	79,69%	0,04%	109	2.200	224	0,61
Acero fundido o forjado	10,81%	0,04%	15	298	30	0,53
Acero tubería y accesorios	1,38%	0,04%	2	38	4	0,93
Acero inoxidable	1,10%	0,04%	2	30	3	1,63
Aluminio	0,15%	2,00%	10	202	21	4,88
Cobre	0,65%	2,00%	45	902	92	1,55
Zinc	0,01%	2,00%	1	20	2	1,47
Líquidos (Aceites)	1,29%	2,00%	88	1.778	181	1,23
Vidrio	0,05%	2,00%	4	74	8	0,67
Plásticos	3,05%	2,00%	209	4.208	429	2,28
Cauchos y gomas	0,53%	2,00%	36	734	75	1,69
Pintura	1,27%	2,00%	87	1.757	179	1,75

Tabla 291. Contenido energético de los materiales repuestos en el mantenimiento de los barcos en España (2007)

2007	CONTENIDO ENERGÉTICO MATERIALES REPUESTOS (tep EP)			
	Barcos porta- contenedores	Barcos de personas	Resto barcos	Total
Acero laminado	67	1.351	138	1.556
Acero fundido o forjado	8	159	16	184
Acero tubería y accesorios	2	35	4	41
Acero inoxidable	2	50	5	57
Aluminio	49	987	101	1.136
Cobre	69	1.398	142	1.610
Zinc	1	30	3	34
Líquidos (Aceites)	109	2.189	223	2.521
Vidrio	2	50	5	57
Plásticos	476	9.593	978	11.047
Cauchos y gomas	61	1.238	126	1.426
Pintura	153	3.076	314	3.543
	1.001	20.155	2.054	23.211

Tabla 292. Materiales repuestos en el mantenimiento de los barcos en España (2012)

2012	(% Material	(% anual de reposición	MATERIALES (t)			Densidad energética (Tep EP/t)
			Barcos porta- contenedores	Barcos de personas	Resto barcos	
Acero laminado	79,69%	0,04%	46	2.243	217	0,61
Acero fundido o forjado	10,81%	0,04%	6	304	29	0,53
Acero tubería y accesorios	1,38%	0,04%	1	39	4	0,93
Acero inoxidable	1,10%	0,04%	1	31	3	1,63
Aluminio	0,15%	2,00%	4	206	20	4,88
Cobre	0,65%	2,00%	19	920	89	1,55
Zinc	0,01%	2,00%	0	21	2	1,47
Líquidos (Aceites)	1,29%	2,00%	37	1.813	176	1,23
Vidrio	0,05%	2,00%	2	76	7	0,67
Plásticos	3,05%	2,00%	87	4.291	416	2,28
Cauchos y gomas	0,53%	2,00%	15	748	73	1,69
Pintura	1,27%	2,00%	36	1.792	174	1,75

Tabla 293. Contenido energético de los materiales repuestos en el mantenimiento de los barcos en España (2012)

2012	CONTENIDO ENERGÉTICO MATERIALES REPUESTOS (tep EP)			
	Barcos porta- contenedores	Barcos de personas	Resto barcos	Total
Acero laminado	28	1.377	133	1.539
Acero fundido o forjado	3	163	16	182
Acero tubería y accesorios	1	36	3	40
Acero inoxidable	1	51	5	57
Aluminio	20	1.006	97	1.124
Cobre	29	1.425	138	1.592
Zinc	1	30	3	34
Líquidos (Aceites)	45	2.232	216	2.494
Vidrio	1	51	5	56
Plásticos	199	9.781	948	10.927
Cauchos y gomas	26	1.262	122	1.410
Pintura	64	3.137	304	3.504
	417	20.551	1.991	22.959

Para completar la información acerca del consumo energético de la fase de mantenimiento en el transporte marítimo haría falta añadir la información correspondiente al consumo energético en los astilleros. Pero no se ha encontrado información al respecto.

8. LA ENERGÍA EN LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DEL TRANSPORTE

8.1. El fin de la vida útil de los automóviles

Aunque notablemente inferior en comparación con el resto de fases de su vida útil, el tratamiento de los vehículos al finalizar su periodo de vida útil es responsable de una serie de consumos energéticos que, especialmente cuando se analizan de manera agregada para el conjunto de la flota que se desmantela anualmente, no pueden ser despreciados.

De manera sintética, el proceso de fin de vida útil de los automóviles sigue las siguientes etapas:

1. Recepción y verificación: valoración, identificación y tramitación documental
2. Descontaminación: retirada de líquidos y otros residuos contaminantes
3. Retirada de componentes reutilizables y de materiales reciclables: desmontaje de piezas y componentes susceptibles de ser reutilizados
4. Fragmentación y recuperación de materiales: procedimientos de extracción y clasificación de los materiales susceptibles de ser reciclados o convertidos en combustible para otros procesos
5. Gestión de residuos no reciclados: clasificación y tratamiento de los residuos no reciclables o recuperables

Los consumos energéticos se concentran, fundamentalmente, en las tres últimas etapas, especialmente en las fases 4 y 5.

Para la estimación de los consumos energéticos derivados del fin de la vida útil, se han tenido en cuenta los resultados del estudio "Evaluación básica de análisis de ciclo de vida de la fabricación, uso y fin de vida de los automóviles y camiones en España", desarrollado por el FEDIT y el Observatorio Industrial del Sector Fabricantes de Automóviles y Camiones.

En él se llega a la conclusión de que la repercusión energética del proceso de desmantelamiento de un turismo medio de 1.250 kg de peso asciende a 0,00735 MWh, de los que más del 99% es consumo de electricidad.

Este resultado permite extraer un ratio de consumo energético por unidad de masa de vehículo, equivalente a 0,000571 keP EP/kg, que es el que se va a emplear en los cálculos del presente estudio.

En cuanto a los vehículos dados de baja, las estadísticas de la DGT permiten diferenciar entre los vehículos dados de baja por los siguientes motivos:

- Exportación
- Tránsito comunitario
- Plan PREVER
- Voluntarias
- Otros motivos

De entre todos ello, los dos primeros casos no implican el desguace del vehículo, puesto que se trata de vehículos que dejan de circular en España y se matriculan en otro país (comunitario o

extracomunitario). Por lo que es posible conocer el número de vehículos que son llevados a desguace en cada uno de los años a estudio.

A falta de información específica sobre otro tipo de vehículos, se ha considerado válido el factor de consumo energético antes referido para todo tipo de automóviles.

Así pues, teniendo en cuenta el peso promedio de los vehículos, es posible realizar una estimación del consumo energético (sin considerar la recuperación energética y de materiales) que implica el final de la vida útil de los mismos:

Tabla 294. Consumo de energía primaria en el fin de la vida útil de los automóviles en España (2007)

2007	Nº automóviles dados de baja	Peso medio (kg)	Consumo energético en el fin de la vida útil (kep EP/kg)	Consumo energético en el fin de la vida útil (tep EP)
Autobuses	2.299	12.507	5,71E-04	16,415
Ciclomotores	81.619	102		4,753
De carga	144.833	3.535		292,283
Motocicletas	26.036	162		2,408
Turismos	783.173	1.416		633,090
TOTAL	1.037.960	-		948,948

Tabla 295. Consumo de energía primaria en el fin de la vida útil de los automóviles en España (2012)

2012	Nº automóviles dados de baja	Peso medio (kg)	Factor de consumo energético en el fin de la vida útil (kep EP/kg)	Consumo energético en el fin de la vida útil (tep EP)
Autobuses	1.268	12.536	5,71E-04	9,074
Ciclomotores	65.127	88		3,272
De carga	109.504	3.227		201,713
Motocicletas	22.046	162		2,039
Turismos	548.519	1.410		441,525
TOTAL	746.464	-		657,623

Nótese que las estadísticas de la DGT sobre bajas de automóviles no desagregan los vehículos de carga entre furgonetas y camiones, por lo que los cálculos se han hecho a partir del peso promedio de los automóviles de carga, ponderado en función de su peso relativo en el conjunto del parque de vehículos español.

Hay que tener en cuenta, además, que esta reutilización, reciclaje y aprovechamiento energético de los materiales recuperados incide en el ciclo de vida de los vehículos desde la perspectiva energética.

De acuerdo con los datos de la Asociación Española para el Tratamiento Medioambiental de los Vehículos Fuera de Uso (SIGRAUTO), el nivel de reutilización y reciclado de los vehículos

fuera de uso en España se sitúa en 2011 (último año disponible) en un 82,9%, mientras que en 2007 fue del 81,3%.

El material destinado a vertedero supone un 12,6% del peso global de los vehículos fuera de uso, consistiendo en su totalidad, según datos de EUROSTAT (aportados por los Estados Miembros), en Residuo Ligero de Fragmentadora (RLF) y Residuo Pesado sin Metales (RPSM), cuya composición en materiales, según SIGRAUTO es:

- RLF: 46,69% plásticos; 16,63% textil, madera, etc.; 36,68% otros materiales (metales, vidrio, pintura, finos, etc.)
- RPSM: 70,91% plásticos; 16,38% textil, madera, etc.; 12,71% otros materiales (metales, vidrio, pintura, finos, etc.)

Tabla 296. Desglose de materiales de los vehículos fuera de uso y porcentajes de recuperación en España (EUROSTAT, 2011)

DESCONTAMINACIÓN Y DESMONTAJE	Reutilización	Reciclaje	Valorización	Vertedero
Baterías	0%	100%	0%	0%
Catalizadores	0%	100%	0%	0%
Componentes metálicos	61%	39%	0%	0%
Filtros de aceite	0%	100%	0%	0%
Líquidos (excluyendo combustible)	0%	100%	0%	0%
Neumáticos	37%	37%	26%	0%
Otros materiales procedentes de desmontaje	100%	0%	0%	0%
Otros materiales procedentes de descontaminación	0%	0%	0%	0%
Piezas grandes de plástico	0%	100%	0%	0%
Vidrio	0%	100%	0%	0%
FRAGMENTACIÓN	Reutilización	Reciclaje	Valorización	Vertedero
Materiales férricos de fragmentación	0%	100%	0%	0%
Materiales no férricos de fragmentación	0%	100%	0%	0%
Residuo Ligero de Fragmentadora (RLF)	0%	0%	18%	82%
Residuo Pesado Sin Metales (RPSM)	0%	13%	27%	60%

Con objeto de obtener un orden de magnitud del potencial de recuperación de energía del tratamiento de los automóviles fuera de uso, y ante la dificultad para determinar los ratios exactos de aprovechamiento de los materiales que forman los residuos (cuya composición, como hemos visto, es compleja), se va a realizar una hipótesis cauta, consistente en la cuantificación del contenido energético de los metales, cauchos y fluidos, de los que, según los datos de EUROSTAT, se sabe que se recuperan al 100%.

Las siguientes tablas dan cuenta de los resultados obtenidos:

Tabla 297. Recuperación de energía proveniente de los vehículos fuera de uso (2007)

2007	Materiales	Peso total en materiales de los automoviles fuera de uso (t)	Densidad energética de los materiales (tep EP/t)	Recuperación de energía proveniente de los vehículos fuera de uso (tep EP)
Aceros	65,00%	720.832	0,85	612.025
Aleaciones de aluminio	7,00%	77.628	4,75	369.018
Cobre	1,00%	11.090	1,55	17.182
Plomo	1,00%	11.090	0,63	6.949
Cauchos y elastómeros	4,00%	44.359	1,69	74.839
Combustible	1,00%	11.090	1,23	13.585
Aceite lubricante	0,50%	5.545	1,23	6.827
Líquido refrigerante y limpiaparabrisas	1,00%	11.090	0,65	7.163
Sin recuperación	19,50%	216.250	-	-
TOTAL	100,00%	1.108.973	-	1.107.588
MOTOCICLETAS				
Aceros	57,55%	2.427	0,85	2.061
Aleaciones de aluminio	17,90%	755	4,75	3.589
Cauchos y elastómeros	6,55%	276	1,69	466
Sin recuperación	18,00%	759	-	-
TOTAL	100,00%	4.218	-	6.116
CICLOMOTORES				
Aceros	59,70%	4.970	0,85	4.220
Aleaciones de aluminio	12,00%	999	4,75	4.749
Cauchos y elastómeros	7,20%	599	1,69	1.011
Sin recuperación	21,10%	1.757	-	-
TOTAL	100,00%	8.325	-	9.980
DE CARGA				
Acero	75,50%	386.550	0,85	328.202
Aluminio	5,45%	27.903	4,75	132.643
Cobre	1,48%	7.577	1,55	11.740
Plomo	0,81%	4.147	0,63	2.613
Cauchos	8,17%	41.829	1,69	70.571
Líquidos	0,96%	4.915	0,99	4.889
Sin recuperación	7,63%	39.065	-	-
TOTAL	100,00%	511.987	-	550.657
AUTOBUSES				
Aceros	70,90%	20.386	0,85	17.309
Aleaciones de aluminio	7,50%	2.157	4,75	10.251
Cobre	0,20%	58	1,55	89
Cauchos	0,60%	173	1,69	291
Fluidos	0,50%	144	0,99	143
Sin recuperación	20,30%	5.837	-	-
TOTAL	100,00%	28.754	-	28.084

Tabla 298. Recuperación de energía proveniente de los vehículos fuera de uso (2012)

2012	Materiales	Peso total en materiales de los automóviles fuera de uso (t)	Densidad energética de los materiales (tep EP/t)	Recuperación de energía proveniente de los vehículos fuera de uso (tep EP)
Aceros	65,00%	502.718	0,85	426.834
Aleaciones de aluminio	7,00%	54.139	4,75	257.358
Cobre	1,00%	7.734	1,55	11.983
Plomo	1,00%	7.734	0,63	4.846
Cauchos y elastómeros	4,00%	30.936	1,69	52.194
Combustible	1,00%	7.734	1,23	9.475
Aceite lubricante	0,50%	3.867	1,23	4.761
Líquido refrigerante y limpiaparabrisas	1,00%	7.734	0,65	4.996
Sin recuperación	19,50%	150.815	-	-
TOTAL	100,00%	773.412	-	772.446
MOTOCICLETAS				
Aceros	57,55%	2.055	0,85	1.745
Aleaciones de aluminio	17,90%	639	4,75	3.039
Cauchos y elastómeros	6,55%	234	1,69	395
Sin recuperación	18,00%	643	-	-
TOTAL	100,00%	3.571	-	5.179
CICLOMOTORES				
Aceros	59,70%	3.422	0,85	2.905
Aleaciones de aluminio	12,00%	688	4,75	3.269
Cauchos y elastómeros	7,20%	413	1,69	696
Sin recuperación	21,10%	1.209	-	-
TOTAL	100,00%	5.731	-	6.871
DE CARGA				
Acero	75,50%	266.770	0,85	226.501
Aluminio	5,45%	19.257	4,75	91.541
Cobre	1,48%	5.229	1,55	8.102
Plomo	0,81%	2.862	0,63	1.803
Cauchos	8,17%	28.868	1,69	48.703
Líquidos	0,96%	3.392	0,99	3.374
Sin recuperación	7,63%	26.960	-	-
TOTAL	100,00%	353.337	-	380.024
AUTOBUSES				
Aceros	70,90%	11.270	0,85	9.569
Aleaciones de aluminio	7,50%	1.192	4,75	5.667
Cobre	0,20%	32	1,55	49
Cauchos	0,60%	95	1,69	161
Fluidos	0,50%	79	0,99	79
Sin recuperación	20,30%	3.227	-	-
TOTAL	100,00%	15.896	-	15.525

A modo de resumen, se presenta a continuación la comparación entre la energía consumida en el desguace los automóviles fuera de uso y el potencial de recuperación energética bajo la hipótesis realizada, en la que se observa que la recuperación es muy superior al consumo energético del proceso de desmantelamiento de los vehículos. De forma que, por cada tep empleado en el desguace se recupera del orden de 1.800 tep.

Tabla 299. Implicaciones energéticas del fin de vida útil de los automóviles (2007)

2007	Consumo energético en el fin de la vida útil (tep EP)	Recuperación de energía proveniente de los vehículos fuera de uso (tep EP)
Autobuses	16	28.084
Ciclomotores	5	9.980
De carga	292	550.657
Motocicletas	2	6.116
Turismos	633	1.107.588
TOTAL	949	1.702.425

Tabla 300. Implicaciones energéticas del fin de vida útil de los automóviles (2012)

2012	Consumo energético en el fin de la vida útil (tep EP)	Recuperación de energía proveniente de los vehículos fuera de uso (tep EP)
Autobuses	9	15.525
Ciclomotores	3	6.871
De carga	202	380.024
Motocicletas	2	5.179
Turismos	442	772.446
TOTAL	658	1.180.045

8.2. El fin de la vida útil del resto de vehículos

No ha sido posible realizar una estimación de la energía consumida y recuperada en el tratamiento de los vehículos distintos de los automóviles en el fin de su vida útil debido a las dificultades para encontrar información acerca de la flota de trenes, aviones y barcos que son desmantelados anualmente en España.

9. LA ENERGÍA EN EL CICLO GLOBAL DEL TRANSPORTE

El amplio y detallado esfuerzo de cálculo realizado en las diferentes fases del ciclo del transporte no alcanza, sin embargo, a cubrir una buena parte de los cajones del archivador de las Cuentas Ecológicas del Transporte que atañen al consumo de energía. Las lagunas atañen sobre todo a los modos no convencionales (tubería, cable eléctrico, ascensores), pero también afectan a submodos como el ferrocarril metropolitano o los tranvías, así como a fases como la construcción de infraestructuras o la gestión del sistema.

A este respecto, por ejemplo, no se ha podido disponer de una información adecuada del consumo energético global en construcción de infraestructuras y gestión del sistema viario. El esfuerzo en las infraestructuras viarias se ha centrado en conocer las exigencias energéticas en la construcción de carreteras, pero no se ha podido reproducir para el viario urbano, ni para la construcción de aparcamientos. Igualmente ha quedado sin atender adecuadamente el consumo energético en gestión del sistema, es decir, en todo aquello que permite la circulación de vehículos, como la semaforización o la iluminación del viario.

El siguiente cuadro permite tener una visión general de las lagunas indicadas.

Tabla 301. Disponibilidad de información sobre el consumo energético en las diferentes fases y modos del ciclo global del transporte en España

	Fabricación de vehículos	Construcción de infraestructura	Desplazamiento	Gestión del sistema	Mantenimiento de los vehículos	Tratamiento en el fin de vida útil
Viario		No se dispone de información sobre viario urbano, aparcamientos, estaciones de servicio, etc.				
Ferrovionario	No se dispone de información sobre metro y tranvía	No se dispone de información sobre metro y tranvía. No se dispone de información sobre terminales y estaciones.		No se dispone de información desagregada sobre esta partida, sino sobre el conjunto de consumos distintos de tracción. No se dispone de información sobre tranvías.	No se dispone de información desagregada sobre esta partida, sino sobre el conjunto de consumos distintos de tracción. No se dispone de información sobre tranvías.	
Aéreo						
Marítimo					No se dispone de información sobre el consumo energético en astilleros	
Tubería	-				-	
Cable eléctrico	-				-	
Ascensores						

Disponibilidad de la información

Adecuada	Parcial	No disponible
----------	---------	---------------

Aunque no se disponga de información en un buen número de casillas, lo cierto es que las de mayor peso en el consumo energético son precisamente las que sí tienen una estimación adecuada. Lo que ha permitido tener una perspectiva completa de los requerimientos energéticos de una parte consistente del sector en su ciclo global.

A continuación se presentan los resultados correspondientes al año 2012:

Tabla 302. Consumo energético (tep) del ciclo global del transporte en España (2012)

	FABRICACION DE VEHICULO	CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA	DESPLAZAMIENTO	MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DEL SISTEMA	FIN DE VIDA ÚTIL
VIARIO	3.227.808	2.352.615	27.628.497	830.476	-1.179.387
FERROVIARIO	26.643	904.712	784.835	111.319	n.d.
AÉREO	2.247	44.312	6.061.652	212.582	n.d.
MARÍTIMO	343.050	n.d.	10.469.604	22.959	n.d.
TUBERÍA	-	n.d.	1.394.836	n.d.	n.d.
CABLE ELÉCTRICO	-	n.d.	1.587.162	n.d.	n.d.
ASCENSORES	n.d.	n.d.	205.102	n.d.	n.d.

Tabla 303. Distribución del consumo energético (tep) en el ciclo global del transporte en España (2012)

	FABRICACION DE VEHICULO	CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA	DESPLAZAMIENTO	MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DEL SISTEMA	FIN DE VIDA ÚTIL
VIARIO	9,82%	7,16%	84,08%	2,53%	-3,59%
FERROVIARIO	1,46%	49,51%	42,95%	6,09%	n.d.
AÉREO	0,04%	0,70%	95,90%	3,36%	n.d.
MARÍTIMO	3,17%	n.d.	96,62%	0,21%	n.d.
TUBERÍA	-	n.d.	100,00%	n.d.	n.d.
CABLE ELÉCTRICO	-	n.d.	100,00%	n.d.	n.d.
ASCENSORES	n.d.	n.d.	100,00%	n.d.	n.d.

Para hacer más comprensible ese tipo de resultados globales es conveniente realizar una aproximación a los datos desagregados del principal consumidor de energía entre los modos de transporte. En efecto, en el modo viario motorizado se puede comprobar que hay diferencias muy notables entre los medios que incorpora:

Tabla 304. Consumo energético en las diferentes fases y medios del modo viario (2012)

2012	Fabricación de vehículos	Construcción de infraestructura ¹	Desplazamiento	Mantenimiento de los vehículos ²	Tratamiento en el fin de vida útil	Total
Turismos	2.689.665	1.921.253	16.520.716	574.170	-772.437	20.933.367
Motocicletas y ciclomotores	67.839	92.602	476.585	12.174	-11.846	637.354
Autobuses	40.428	24.707	1.531.358	45.740	-15.522	1.626.711
Camiones	112.469	159.783	7.084.577	147.478	-199.729	7.304.578
Furgonetas	290.330	154.270	2.015.261	50.913	-179.853	2.330.921
Total	3.227.808	2.352.615	27.628.497	830.476	-1.179.387	32.860.008

(1) Como ya se ha explicado al tratar los consumos energéticos en la construcción de infraestructuras, no se han considerado las necesidades energéticas derivadas de la construcción del viario municipal (calles y carreteras).

(2) En el caso del viario, solo se considera el mantenimiento de los vehículos, no habiéndose considerado los consumos energéticos asociados a la gestión del sistema, es decir, los consumos del alumbrado, limpieza, vigilancia, etc.

Tabla 305. Distribución del consumo energético en las diferentes fases y medios del modo viario (2012)

2012	Fabricación de vehículos	Construcción de infraestructura ¹	Desplazamiento	Mantenimiento de los vehículos ²	Tratamiento en el fin de vida útil	Total
Turismos	12,85%	9,18%	78,92%	2,74%	-3,69%	100%
Motocicletas y ciclomotores	10,64%	14,53%	74,78%	1,91%	-1,86%	100%
Autobuses	2,49%	1,52%	94,14%	2,81%	-0,95%	100%
Camiones	1,54%	2,19%	96,99%	2,02%	-2,73%	100%
Furgonetas	12,46%	6,62%	86,46%	2,18%	-7,72%	100%
Total	9,82%	7,16%	84,08%	2,53%	-3,59%	100%

- (1) Como ya se ha explicado al tratar los consumos energéticos en la construcción de infraestructuras, no se han considerado las necesidades energéticas derivadas de la construcción del viario municipal (calles y carreteras).
- (2) En el viario, solo se considera el mantenimiento de los vehículos, no habiéndose considerado los consumos energéticos asociados a la gestión del sistema, es decir, los consumos del alumbrado, limpieza, vigilancia, etc.

Cruzando esos consumos agregados con los recorridos realizados en cada medio de transporte se obtienen los siguientes consumos unitarios, tanto para personas como para mercancías:

Tabla 306. Consumos unitarios de energía primaria (kep/100 personas-km o kep/100 toneladas-km) de los medios que componen el modo viario (2012)

2012	Fabricación de vehículos	Construcción de infraestructura	Desplazamiento	Mantenimiento de los vehículos	Recuperación por fin de vida útil	Total
Turismos	0,584	0,417	3,585	0,125	-0,168	4,543
Motocicletas y ciclomotores	0,464	0,633	3,256	0,083	-0,081	4,355
Autobuses	0,057	0,035	2,173	0,065	-0,022	2,308
2012	Fabricación de vehículos	Construcción de infraestructura	Desplazamiento	Mantenimiento de los vehículos	Recuperación por fin de vida útil	Total
Camiones	0,046	0,065	2,868	0,06	-0,081	2,958
Furgonetas	1,548	0,822	10,743	0,271	-0,959	12,425

10. LA OCUPACIÓN Y FRAGMENTACIÓN DEL TERRITORIO

Para estimar la ocupación del territorio por las infraestructuras de transporte se puede optar por dos métodos de cálculo⁸⁷. El primero consiste en aprovechar la información cartográfica digitalizada, agregando las superficies de las diferentes infraestructuras, mientras que el segundo consiste en individualizar las infraestructuras y asignarles una superficie en función del conocimiento que se tiene de cada una de ellas. A continuación se explican los métodos utilizados, así como las dificultades encontradas en cada caso.

10.1. Estimaciones a través de Bases de Datos y cartografía digital

La base de datos de ocupación del suelo más completa en España es el denominado Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España (SIOSE2005)⁸⁸, que ofrece capas específicas para cada modo de transporte a escala 1:25.000. A efectos del presente análisis los datos pertinentes son los siguientes:

Tabla 307. Capas de infraestructuras de transporte del SIOSE 2005

Fichero	Capas	Objetivo	Última actualización
SIOSE_2005 (de cada Comunidad Autónoma)	881 Red Viaria 882 Red Ferroviaria 883 Portuario 884 Aeroportuario	Superficie de las infraestructuras de transportes en la actualidad	01/02/2011

El problema de estas capas del SIOSE 2005 es que en la infraestructura viaria únicamente se incluyen las redes estatal y autonómica de primer orden⁸⁹, lo que excluye una buena parte del viario. La estimación resultante es la siguiente:

Tabla 308. Superficie ocupada por las infraestructuras según el SIOSE 2005

	Superficie (ha)
Viario (interurbano)	190.967,5

⁸⁷. Entre los estudios elaborados sobre la ocupación del suelo y su evolución destaca el trabajo "Tendencias recientes de evolución del territorio en España (1987-2005): causas y efectos sobre la sostenibilidad". Prieto, F; Campillos, M; y Díaz, J.M. y publicado en la Revista Ciudad y Territorio, Estudios Territoriales (CyTETXLIII (168)2011. El Observatorio de la Sostenibilidad en España (2006), elaboró un estudio sobre "Cambios de ocupación del suelo en España. Implicaciones para la sostenibilidad. Estudio realizado a partir del proyecto Corine Land Cover". Destaca también el proyecto coordinado por J.M. Naredo y R. García Zaldívar sobre "Estudio sobre la ocupación del suelo por usos urbano-industriales, aplicado a la Comunidad de Madrid" (2008). Convenio del Ministerio de Medio Ambiente y la Universidad Politécnica de Madrid. En todos estos estudios el transporte no es el objetivo de análisis específico por lo que su superficie aparece agrupada con la de otras actividades

⁸⁸ Se trata de una base de datos a escala 1/25.000, con imágenes de referencia de 2005, cuya elaboración fue coordinada por el Instituto Geográfico Nacional y el Centro Nacional de Información Geográfica CNIG. Permite su integración en otras bases de datos de ocupación del suelo como el Corine Land Cover o el Global Cover. La información se ofrece en archivos geográficos en formato shapefile (.shp) y datos alfanuméricos en formato .mdb. La unidad de distribución para los archivos shp es la Comunidad Autónoma.

⁸⁹ Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España. Documento Técnico SIOSE 2005. Versión 2. Ministerio de Fomento. Instituto Geográfico Nacional.

Tren	27.843,1
Puertos	6.569,7
Aeropuertos	15.997,8
SUMA	241.378,0

Otra alternativa de cálculo es la utilización de la Base Cartográfica Nacional (BCN200)⁹⁰, que incorpora todas las carreteras autonómicas, pero establece unas categorías difíciles de encajar para el viario urbano o municipal.

Tabla 309. Infraestructuras de transporte convencional cartografiadas en la BCN200

Entidad	Denominación	Contenido
0601	Autovía	Autovías
0602	Autopista	Autopistas
0603	Carretera nacional	Carreteras nacionales
0604	Carretera autonómica	Carreteras autonómicas (de primer, segundo y tercer orden)
0605	Pista	Carretera sin asfaltar por la que puede transitar un vehículo.
0606	Otras vías	Caminos y calles principales de núcleos de población
0607	Enlace	Conexión entre dos o más carreteras en las por lo menos una de ellas es una autopista o autovía
0608	FFCC de alta velocidad	Ferrocarril de alta velocidad
0609	FFCC convencional	Ferrocarril convencional
0610	FFCC estación	Estación de ferrocarril menor de 7500 m ²
0611	Transporte suspendido	Líneas de transporte suspendido
0612	Puerto	Puerto marítimo cuya superficie supera los 7500 m ²
0613	Faro	Torre alta en las costas, con luz en su parte superior, que durante la noche sirve de señal a navegantes
0614	Pista de aterrizaje	Pista de aterrizaje

De ese conjunto de infraestructuras la red viaria principal suma unos 178.147 kilómetros, que se distribuyen del siguiente modo:

Tabla 310. Red interurbana de carreteras según la BCN200 (actualización abril 2011)

		Longitud (km)	%	Subtotal (Km)	%
Autopistas y Autovías	ELEVADO	403,9	2,4%	17.124	9,6%
	SUBTERRÁNEA	160,8	0,9%		
	SUPERFICIAL	16.559,7	96,7%		
Carreteras Nacionales	ELEVADO	113,0	0,7%	16.094	9,0%
	SUBTERRÁNEA	45,9	0,3%		
	SUPERFICIAL	15.934,6	99,0%		
Carreteras Autonómicas					
1er ORDEN	ELEVADO	69,7	0,4%	15.539	8,7%
	SUBTERRÁNEA	38,9	0,3%		
	SUPERFICIAL	15.430	99,3%		
2º ORDEN	ELEVADO	96	0,3%	36.109	20,3%
	SUBTERRÁNEA	8,6	0,02%		
	SUPERFICIAL	36.003,9	99,7%		
3er ORDEN	ELEVADO	237	0,3%	93.282	52,4%
	SUBTERRÁNEA	12,6	0,01%		

⁹⁰ La BCN200 es la Base Cartográfica Nacional a escala 1:200.000. Su descripción técnica (versión 4.0) está publicada por el Instituto Geográfico Nacional del Ministerio de Fomento en 2011. Véase también la ponencia de Merino Martín, J.A., Gullón Muñoz-Repiso, T, Ruíz Ramírez, A y González Matasanz, F.J. "BCN200 del IGN-E: base cartográfica multipropósito, una base para IDEE". I Jornadas Ibéricas de Infraestructuras de Datos Espaciales.

	SUPERFICIAL	93.032,3	99,7%		
TOTAL DE LA RED				178.147	

El problema de estas cifras es que la clasificación de las carreteras no coincide con las categorías manejadas por el Ministerio de Fomento, las Consejerías autonómicas y los Departamentos Forales correspondientes. Mientras que las redes de las administraciones (Red de Carreteras del Estado, redes de las Comunidades Autónomas, redes de las Diputaciones y Cabildos) competentes se agrupan en carreteras de alta capacidad y carreteras convencionales, la clasificación cartográfica atiende a una combinación de criterios funcionales y competenciales (autopistas y autovías, carreteras nacionales y carreteras autonómicas). Ese desajuste de categorías, unido a la falta de ubicación clara de las redes de carreteras municipales dificulta, a efectos del presente trabajo, la validación de las cifras longitudinales obtenidas por la cartografía digital.

La longitud de la red ferroviaria asciende a 21.332 kilómetros, distribuidos del siguiente modo según la Base Cartográfica Nacional:

Tabla 311. Red ferroviaria según la BCN200 (actualización abril 2011)

Tipo de línea	Nº de vías	Trazado	Longitud (km)	Subtotal (km)	%
Convencional	Desconocido	Superficial	15,4		
	Doble	Elevado	17,4	4.543,8	21,3%
		Subterránea	174,9		
		Superficial	4.351,5		
	Única	Elevado	92,3	13.860,7	65,0%
		Subterránea	517,1		
Superficial		13.251,3			
Alta Velocidad	Doble	Elevado	98,3	2.912,2	13,7%
		Subterránea	202,7		
		Superficial	2.611,2		
Total red				21.332,1	

Esa cifra de la red ferroviaria en España cartografiada digitalmente contrasta nitidamente con la que realmente está en uso según el Ministerio de Fomento: 15.922 kilómetros.

A partir de las longitudes de las redes cartografiadas en la BCN200 se pueden estimar las superficies que ocupan multiplicándolas por una anchura tipo para cada infraestructura. La dificultad en este caso es disponer de la sección media de cada modalidad de viario.

Tabla 312. Estimación de la superficie de las infraestructuras lineales cartografiadas en la BCN200 (actualización 2011)

Tipo infraestructura	Anchura tipo (m)	Superficie (ha)	Total
Vías de alta capacidad	40	68.498	232.397 ha
Carreteras Nacionales	15	47.448	
Carreteras Autonómicas	9	116.451	
AVE	25	6.528	22.331 ha
Tren convencional doble	15	6.527	
Tren convencional único	7	9.276	
Superficie total infraestructuras lineales		254.728	

Otra aproximación a los datos de ocupación puede realizarse a través del Proyecto Corine Land Cover (CLC) de la Comisión Europea, que inicia su desarrollo en 1985 con la finalidad de ofrecer

una herramienta que ayudara a tomar decisiones en la planificación territorial europea. En España no estuvo disponible hasta 1995 y fueron la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional y el Centro Nacional de Información Geográfica los coordinadores y gestores de este proyecto en el ámbito nacional.

La metodología es común para los países participantes, lo que permite realizar análisis comparativos sobre los cambios en el uso del territorio. El proyecto incluye información numérica y geográfica en una base de datos europea a escala 1:100.000 mediante la recogida de imágenes satelitales (LandSat y SPOT). Existen tres versiones del proyecto Corine:

- Corine Land Cover 1990 (CLC90)
- Imagen&Corine Land Cover 2000 (CLC2000): se trata de la actualización del CLC1990 referida al año 2000, que recoge los principales cambios en la ocupación del suelo entre 1990 y 2000.
- Corine Land Cover 2006 (CLC2006): se trata de la actualización del CLC2000 referida al 2006 y la generación de una base con los cambios ocurridos entre el 2000 y el 2006.

En las dos primeras versiones (CLC90 y CLC2000) la unidad de mapeo mínima es de 25 hectáreas, y los elementos lineales recogidos son aquellos que tienen una anchura de al menos 100 metros. Como consecuencia, se ha desechado el empleo de esta base de datos para las infraestructuras lineales, teniéndola únicamente como referencia para las infraestructuras nodales.

Tabla 313. Superficies (ha) dedicadas a las infraestructuras nodales en España según CLC

Modos de transporte	1987	2000	2006
Zonas portuarias	8.949	10.618	10.782
Aeropuertos	14.525	15.490	19.084,5

10.2. Estimación a través de longitudes, anchuras y superficies individualizadas

El método alternativo para la estimación de la ocupación del suelo es diferente para las infraestructuras lineales y las nodales.

Para las infraestructuras lineales el método consiste en multiplicar las longitudes de cada una de ellas por su anchura tipo, lo que conduce necesariamente a la reflexión sobre qué se entiende por ocupación del suelo o del territorio. En efecto, se puede considerar como ocupación únicamente el estricto espacio artificializado o modificado por la infraestructura, pero también es razonable incluir las cunetas, terraplenes, vallados y demás elementos que acompañan la plataforma sobre la que se producen los desplazamientos. Es más, se deben también considerar afecciones más amplias, atendiendo no solo a la ocupación directa, sino también a las servidumbres y condicionantes que suponen sobre el territorio colindante. En cada caso, la sección a considerar es clave para los cálculos de ocupación o afección territorial.

Para las infraestructuras nodales el método es mucho más laborioso, pues consiste en determinar la superficie de cada uno de los puertos o aeropuertos a través de la información disponible. También en estos casos se pueden considerar las superficies directamente modificadas o artificializadas o ampliar el foco hacia el territorio afectado por la infraestructura.

10.3. La sección afectada por las infraestructuras lineales de transporte

El punto de partida son las afecciones y servidumbres consideradas para cada infraestructura por la normativa sectorial vigente.

Las servidumbres administrativas, como las que afectan a las infraestructuras de transporte, son aquellas constituidas sobre un predio particular en beneficio de otro de dominio público, son de utilidad pública y se establece por la legislación. La servidumbre es un derecho real que recae sobre una cosa ajena, es inseparable de la finca a la que pertenece y consiste en la facultad de utilizar dicha cosa y de servirse de ella de una manera más o menos plena. En otros casos es la facultad de impedir determinados actos que la persona propietaria de la cosa podría llevar a cabo.

Las servidumbres pueden ser aparentes (es decir, que están a la vista por signos exteriores que revelan el uso y aprovechamiento de las mismas) o no aparentes, aquellas que no presentan indicio alguno exterior de su existencia.

Más allá de las afecciones recogidas en la normativa sectorial de cada medio de transporte hay que considerar las derivadas de los efectos ambientales y sociales sobre las franjas colindantes a las infraestructuras, cuya dimensión es muy controvertida y variable. Téngase en cuenta, por ejemplo, la importancia del ruido y sus efectos en una franja mucho más amplia que la incorporada a las normas vigentes.

Afecciones de la red viaria

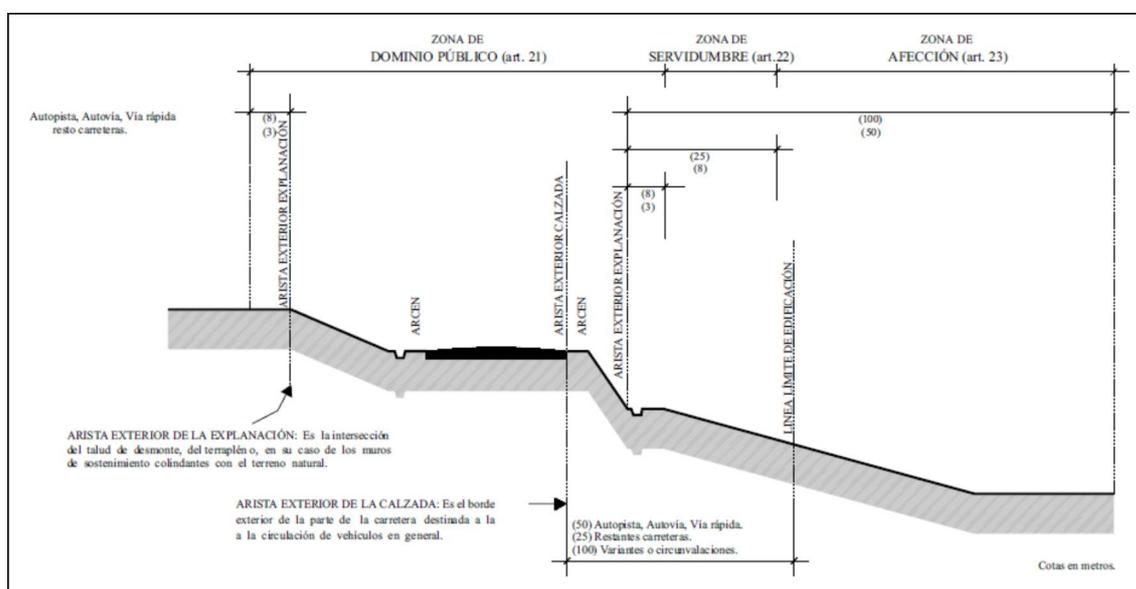
En las infraestructuras viarias, se puede diferenciar tres segmentos de la sección de afección diferente: la zona de afección propiamente dicha, la zona de servidumbre y la zona de dominio público. Los anchos vienen recogidos en la legislación sectorial de carreteras de ámbito estatal que se incluye en la Ley 25/1988 de Carreteras (BOE 30/07/88) artículos 20 a 28, y su actualización por el Real Decreto 11/2001 (22/06/2001). Existe también normativa que se aplica a la red autonómica de forma diferencial para cada territorio, aunque no se va a hacer uso de esas especificaciones para facilitar el cálculo. De esta forma en las carreteras se puede diferenciar:

- Zona de dominio público: donde solo podrán realizarse obras o instalaciones previa autorización del Ministerio de Fomento (en su caso de las Comunidades Autónomas o las Diputaciones). El espacio asignado al dominio público es de 50 metros para las autovías y autopistas y vías rápidas. El artículo 21 de la Ley 25/1988 señala que *son de dominio público aquellos terrenos ocupados por carreteras estatales y sus elementos funcionales, y una franja de terreno de 8 metros de anchura en autopistas, autovías y vías rápidas, y de 3 metros en el resto de carreteras, a cada lado de la vía, medidas desde la arista exterior de la explanación.*
- Zona de servidumbre: donde solo se podrán hacer obras o instalaciones compatibles con la seguridad vial previa autorización del Ministerio de Fomento (en su caso de las Comunidades Autónomas o las Diputaciones); es una zona de 25 metros más a cada lado de la vía. El Ministerio podrá utilizar o autorizar la utilización de la zona de servidumbre por razones de interés general o cuando lo requiera el mejor servicio de la carretera. El artículo 22 de la Ley 25/1988 señala que *la zona de servidumbre consistirá en dos franjas de terreno a ambos lados de las mismas, delimitadas interiormente por la zona de dominio público, y exteriormente por dos líneas paralelas*

a las aristas exteriores de la explanación a una distancia de 25 m en autopistas, autovías o vías rápidas, y de 8 m en el resto de las carreteras.

- Y zona de afección: donde podrán realizarse obras o instalaciones fijas o provisionales, cambio de uso de las mismas y plantación o tala de árboles previa autorización del Ministerio de Fomento (en su caso de las Comunidades Autónomas o Diputaciones). En los tramos urbanos, corresponde a los Ayuntamientos el otorgamiento de toda clase de licencias y autorizaciones. En las construcciones o instalaciones ya existentes en la zona de afección podrán realizarse obras de reparación y mejora, previa autorización siempre que no supongan aumento del volumen de la construcción y sin que exista un incremento de valor a efectos expropiatorios. Consiste en dos franjas de terreno a ambos lados de la misma, delimitadas interiormente por la zona de servidumbre y exteriormente por dos líneas paralelas a las aristas exteriores de la explanación a una distancia de 100 metros en autovías, autopistas y vías rápidas, y de 50 metros en el resto de las carreteras.

Ilustración 5. Zonas de afección de las carreteras según la legislación estatal



Fuente: Afecciones en materia de carreteras. Conselleria de Medio Ambient. Generalitat Valenciana.

A las dimensiones normativas hay que añadir anchuras tipo para taludes, medianas y plataformas de explanación que dependen del número de carriles y las características de diseño de cada tipo de carretera.

Tabla 314. Franja tipo ocupada por las carreteras supramunicipales (m)

	Autopista	Autovía	Carretera convencional
Talud	16	10	5
Berma	0,75	0,75	
Arcén	3	2	1,5
2 carriles/sentido A (3,75m)	7,5	7,5	3,5
Arcén interior	1	1	
Mediana	10	8	
Arcén interior	1	1	
3 carriles/sentido B (3,75m)	11,25	7,5	3,5

Arcén	3	2	1,5
Berma	0,75	0,75	
Talud	16	10	5
Total	70,25	50,5	20

Añadiendo a esas cifras de ocupación directa, las dimensiones de las zonas de afección de la red viaria supramunicipal se obtienen las siguientes anchuras tipo:

Tabla 315. Anchura (m) tipo de los segmentos de afección de las infraestructuras viarias

	AUTOPISTA DE PEAJE			AUTOVIAS Y CARRETERAS DE DOBLE CALZADA			CARRETERAS CONVENCIONALES		
	D. PÚBLICO	SERVIDUMBRE	AFECCION	D. PÚBLICO	SERVIDUMBRE	AFECCION	D. PÚBLICO	SERVIDUMBRE	AFECCION
Afección			100			100			50
Servidumbre		25			25			8	
Dominio publico	8			8			3		
Z. Exterior de explanación	8			8			3		
Talud	16	16	16	10	10	10	5	5	5
Berma	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75			
Arcén	3	3	3	2	2	2	1,5	1,5	1,5
2 carriles/sentido A (3,75m)	7,50	7,50	7,50	7,5	7,5	7,5	3,5	3,5	3,5
Arcén interior	1	1	1	1	1	1			
Mediana	10	10	10	8	8	8			
Arcén interior	1	1	1	1	1	1			
3 carriles/sentido B (3,75m)	7,50	7,50	7,50	7,5	7,5	7,5	3,5	3,5	3,5
Arcén	3	3	3	2	2	2	1,5	1,5	1,5
Berma	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75			
Talud	16	16	16	10	10	10	5	5	5
Z. exterior de explanación	8			8			3		
Dominio publico	8			8			3		
Servidumbre		25			25			8	
Afección			100			100			50
Total sección	102,25	124	274	82,5	100,5	250,5	32	36	120

Afecciones de la red ferroviaria

Los ferrocarriles están regulados por Ley 9/2013, de 4 de julio, por la que se modifica la Ley 16/1987, de 30 de julio, de Ordenación de los Transportes Terrestres; el Real Decreto 2387/04 (BOE 31/12/2004) art.24-38 Orden MFOM de 6 de julio del 2005 por la que se reduce la línea límite de edificación en los tramos de la red ferroviaria de interés general que discurran por zonas urbanas (BOE 12/06/05) y la Ley 39/2003 de 17 de noviembre del Sector Ferroviario (BOE 17/11/2003) art. 12-18.

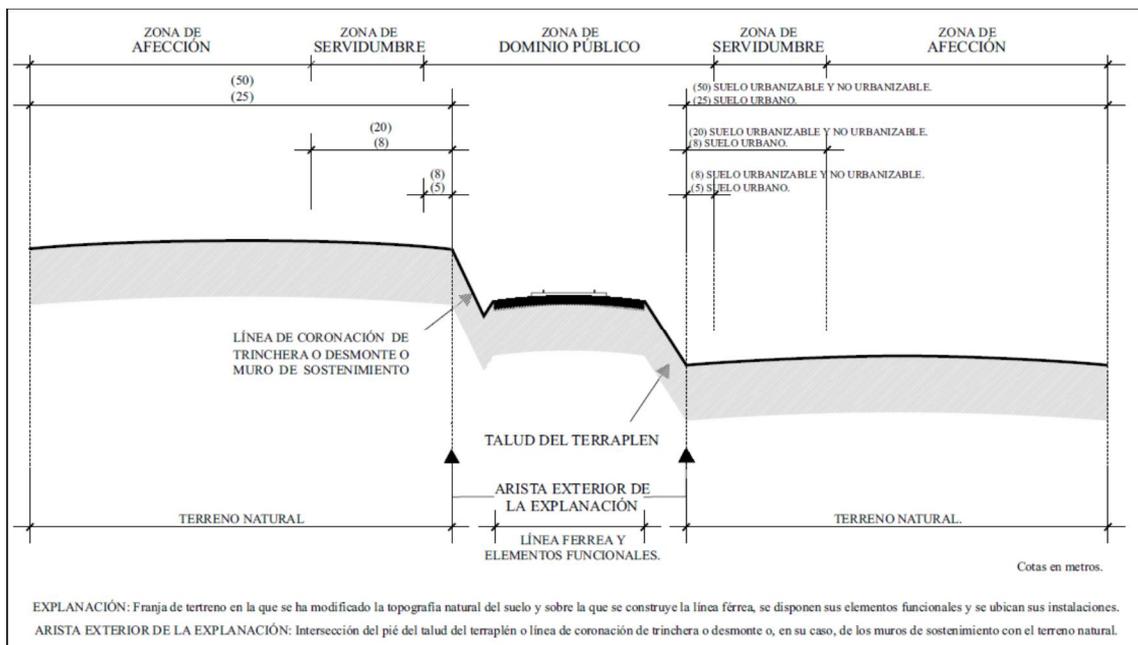
La sección afectada por las infraestructuras ferroviarias que determinan tanto la Ley de Ordenación de los Transportes Terrestres⁹¹ como su Reglamento⁹², presenta las siguientes características:

⁹¹ Ley 16/1987, de 30 de julio, de ORDENACIÓN DE LOS TRANSPORTES TERRESTRES. (BOE, número 182, de 31 de julio de 1988).

⁹² Real Decreto 1211/1990, de 28 de septiembre, REGLAMENTO DE LA LEY DE ORDENACIÓN DE LOS TRANSPORTES TERRESTRES. (BOE, número 241, de 8 de oct. de 1990).

- Dominio público. Espacio en el que para cualquier tipo de obras o instalaciones se requerirá autorización previa del administrador de la infraestructura ferroviaria
- Zona de protección. En este suelo solo se permiten usos compatibles con la seguridad del tráfico ferroviario. Se admiten cultivos agrícolas sin necesidad de autorización previa. En relación con las construcciones e instalaciones ya existentes, podrán realizarse obras de reparación y mejora, siempre que no supongan un aumento de volumen en la construcción, previa autorización del administrador de la infraestructura ferroviaria.
- Límite de edificación o zona de afección. En esta zona queda prohibido cualquier tipo de obra de construcción, reconstrucción o ampliación, a excepción de las que resulten imprescindibles para la conservación y mantenimiento de las edificaciones existentes en el momento de entrada en vigor de la ley. Igualmente queda prohibido el establecimiento de nuevas líneas eléctricas de alta tensión. En los tramos de las líneas ferroviarias que transcurran por zonas urbanas, siempre que lo permita el planeamiento urbanístico correspondiente.

Ilustración 6. Zonas de afección de los ferrocarriles según la legislación estatal



Fuente: Afecciones en materia de carreteras. Conselleria de Medio Ambient. Generalitat Valenciana.

Las anchuras medias de dominio público y afección de la red ferroviaria por tipo de vía, que se incluyen en el Informe de Sostenibilidad de la Memoria Medioambiental del año 2011 de ADIF son las siguientes:

Tabla 316. Anchura (m) de los segmentos de afección de las infraestructuras ferroviarias

	Ferrocarril convencional Vía única	Líneas de alta velocidad Doble vía	Ferrocarril convencional Doble vía
DOMINIO PÚBLICO			
Electrificada	11 m	16 m	16 m
No electrificada	9 m		14 m
LÍMITE EDIFICACION (Incluye desmontes y terraplenes) o SERVIDUMBRE			

Electrificada	28 m	32 m	32 m
No electrificada	28 m		32 m
ZONA AFECCIÓN (incluye taludes, explanaciones y otras necesidades)			
Electrificada	56 m	100 m	64 m
No electrificada	56 m		64 m

Fuente. Informe Sostenibilidad Ambiental. Memoria Medioambiental 2011. ADIF

Afecciones de las redes de tuberías energéticas

Las afecciones de estas redes están reguladas a través de la Ley 34/1988 de Hidrocarburos (BOE 08/10), Real Decreto 919/2006, Reglamento Técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos e ITC (BOE 4/09/06), Orden 26 octubre de 1983 del Ministerio de Industria (8/11/83) que habilita la UNE 60-305-83, canalización para combustibles gaseosos; zonas de seguridad y coeficiente de cálculo según emplazamiento, en el caso del Almacenamiento de GLP a través del RD 919/06 Reglamento Técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG01 a 11 (BOE 4/9/06).

Las servidumbres y autorizaciones de paso comprenderán la ocupación del subsuelo por instalaciones y canalización, a la profundidad y con las demás características que señala el Reglamento y Ordenanzas Municipales. Comprenderán igualmente el derecho de paso y acceso y la ocupación temporal del terreno u otras barreras necesarias para atender a la vigilancia, conservación y reparación de las instalaciones y conducciones.

En el caso de las canalizaciones de hidrocarburos líquidos o gaseosos la distancia de seguridad en la que se prohíbe cualquier tipo de edificación o construcción está entre 2,5 a 10 metros según categoría. Las redes de tubería que se van a contabilizar son de distribución a larga distancia, por lo que se consideran de primera categoría, y por tanto, la distancia asociada de servidumbre será de 10 metros a cada lado.

Afecciones de las redes de transporte eléctrico

Las servidumbres de las redes eléctricas de alta y muy alta tensión eléctricas se regulan a través del Decreto 2617/1966 R Expropiación forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas (BOE 24/10/66) art. 25 Circular E-1/2002 de la DG Industria, Energía y Minas sobre la interpretación del art. 162 del RD 1955/2000, el Decreto 223/2008 de 15 febrero. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 1 a 9 (BOE 19/3/2008). Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

La Ley 54/1997 de 27 de noviembre del sector eléctrico, distingue dos tipos de servidumbres de paso de las redes de energía eléctrica, una aérea (comprende, además del vuelo sobre el predio sirviente, el establecimiento de postes, torres o apoyos fijos para la sustentación de los cables conductores de la energía), y otra de paso subterráneo que comprende el subsuelo por cables conductores, a la profundidad y con las demás características que señale la legislación urbanística.

A diferencia de los otros modos de transporte, en el caso del tendido eléctrico, no se impide a la propiedad poder cercarlo o utilizarlo. Existen servidumbres aéreas de 4-5 metros para aquellas partes accesibles, donde queda prohibida la construcción de edificios, la instalación de industrias y

limitada la plantación de arbolado. Igualmente en el caso de las plantaciones existen servidumbres subterráneas de al menos 2 metros de profundidad.

Al margen de estas servidumbres se empiezan a desarrollar otras relacionadas con la protección de la salud de la población respecto a radiaciones electromagnéticas. No existe una normativa de rango estatal que determine los límites edificatorios o de construcción de equipamientos en relación con esta infraestructura. Es el planeamiento urbanístico municipal el que determina de manera no homogénea estos límites; algunas normativas locales establecen una franja de hasta 250 metros a ambos lados del tendido eléctrico para garantizar la protección de la salud de la población.

10.4. Superficies ocupadas y afectadas por las infraestructuras lineales

A partir de las cifras de longitud de las redes de infraestructuras lineales, indicadas en el capítulo metodológico correspondiente, y de las secciones afectadas señaladas en el apartado precedente, se procede al cálculo de las superficies.

Superficie afectada por la red viaria

Considerando únicamente las cifras de ocupación directa de la infraestructura se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 317. Evolución de la superficie (km²) ocupada por las carreteras supramunicipales

	Ancho (km)	1992		2007		2012	
		Longitud (km)	km ²	Longitud (km)	km ²	Longitud (km)	km ²
Autopistas de peaje	0,0705	1.990	140	2.972	210	3.025	213
Autovías	0,055	4.496	247	10.041	552	11.676	642
Carreteras de doble calzada	0,055	838	46	1.676	92	1.634	90
Carreteras convencionales	0,02	150.822	3.016	151.322	3.026	149.260	2.985
Total		158.146	3.450	166.011	3.880	165.595	3.931

Si se atiende a los efectos de las carreteras sobre los derechos de propiedad y los condicionantes de la actividad las superficies a considerar serán las siguientes:

Tabla 318. Evolución de la superficie (km²) de dominio público de la red viaria supramunicipal (1992-2012)

	Ancho (km)	1992		2007		2012	
		Longitud (km)	km ²	Longitud (km)	km ²	Longitud (km)	km ²
VIAS DE GRAN CAPACIDAD							
Autopistas de peaje	0,10225	1.990	203,48	2.972	303,89	3.025	309,31
Autovías	0,0825	4.496	370,92	10.041	828,38	11.676	963,27
Carreteras de doble calzada	0	838	-	1.676	-	1.634	-
Subtotal		7.324	574,40	14.689	1.132,27	16.335	1.272,58
Carreteras convencionales	0,032	150.822	4.826,30	151.322	4.842,30	149.260	4.776,32
Total		158.146	5.400,70	166.011	5.974,57	165.595	6.048,90

Tabla 319. Evolución de la superficie (km²) de servidumbre de la red viaria supramunicipal (1992-2012)

	Ancho (km)	1992		2007		2012	
		Longitud (km)	km ²	Longitud (km)	km ²	Longitud (km)	km ²
VIAS DE GRAN CAPACIDAD							
Autopistas de peaje	0,124	1.990,00	246,76	2.972,00	368,53	3.025,00	375,10
Autovías	0,1005	4.496,00	451,85	10.041,00	1.009,12	11.676,00	1.173,44
Carreteras de doble calzada	0,1005	838,00	84,22	1.676,00	168,44	1.634,00	164,22
Subtotal		7.324,00	782,83	14.689,00	1.546,09	16.335,00	1.712,76
Carreteras convencionales	0,036	150.822,00	5.429,59	151.322,00	5.447,59	149.260,00	5.373,36
Total		158.146,00	6.212,42	166.011,00	6.993,68	165.595,00	7.086,12

Tabla 320. Evolución de la superficie (km²) de afección de la red viaria supramunicipal (1992-2012)

	Ancho (km)	1992		2007		2012	
		Longitud (km)	km ²	Longitud (km)	km ²	Longitud (km)	km ²
VIAS DE GRAN CAPACIDAD							
Autopistas de peaje	0,274	1.990	545,26	2.972	814,33	3.025	828,85
Autovías	0,2505	4.496	1.126,25	10.041	2.515,27	11.676	2.924,84
Carreteras de doble calzada	0,2505	838	209,92	1.676	419,84	1.634	409,32
Subtotal		7.324	1.881,43	14.689	3.749,44	16.335	4.163,01
Carreteras convencionales	0,12	150.822	18.098,64	151.322	18.158,64	149.260	17.911,20
Total		158.146	19.980,07	166.011	21.908,08	165.595	22.074,21

Para la red viaria municipal no hay una regulación equivalente a la de las carreteras de la red supramunicipal, por lo que únicamente se considera aquí la superficie ocupada directamente por la plataforma cuya anchura se estima en función del carácter urbano o no y pavimentado o no. Considerando las longitudes calculadas en el capítulo correspondiente a las magnitudes de las infraestructuras, la superficie ocupada por el viario municipal sería la siguiente:

Tabla 321. Superficie (km²) ocupada por el viario municipal en 2012

	Urbano	Interurbano o exterior al núcleo urbano sin pavimentar	Interurbano o exterior al núcleo urbano pavimentado	Total
Longitud (km)	136.919	251.360	110.159	498.438
Anchura tipo (m)	13	5	8	-
Superficie ocupada (km ²)	1.780	1.257	881	3.918

Dentro de las infraestructuras imprescindibles para los desplazamientos del modo viario se encuentran las propias estaciones de suministro de combustible. Para calcular la ocupación de suelo que suponen se ha tomado como ejemplo una gasolinera tipo, la situada en el km 8 de la A-1 en la Cuesta de las Perdices de Madrid, que ocupa 5.199 m².

Tabla 322. Superficie ocupada por las estaciones de servicio (2012)

	2007	2012
Nº estaciones de servicio ⁹³	8.974	10.424
Ocupación tipo (m ² /gasolinera)	5.199	5.199
Ocupación (m ²)	46.655.826	54.194.376

A esas cifras de la infraestructura lineal y las estaciones de suministro de combustible hay que añadir la correspondiente al suelo ocupado por los aparcamientos de los vehículos, lo que permitirá realizar comparaciones con la infraestructura de puertos y aeropuertos que incorpora las exigencias de estacionamiento en las suyas.

En este caso únicamente se han realizado algunos cálculos con estimaciones propias para tener un orden de magnitud que permita entender el conjunto. Para ello se ha considerado como factores del cálculo los siguientes:

- parque de vehículos de las diferentes categorías (con distintos requerimientos de espacio de aparcamiento)
- espacio de aparcamiento ya incorporado en la superficie del viario urbano
- espacio de aparcamiento incorporado a las edificaciones (plantas subterráneas)
- 2 plazas de aparcamiento por vehículo del parque

Todo ello ha conducido a una cifra de 103.831 hectáreas de suelo ocupado por aparcamiento no redundante con la edificación o el viario urbano.

Superficie afectada por el ferrocarril

El resultado de las distintas formas de afección se recoge en las siguientes tablas, pudiéndose considerar en este caso que el dominio público es equivalente a la superficie ocupada por la infraestructura.

Tabla 323. Superficie (km²) afectada por el dominio público del ferrocarril

	Línea convencional en vía única		Línea de alta velocidad en doble vía		Línea convencional en doble vía		TOTALES	
	km	km ²	km	km ²	km	km ²	km	km ²
1992								
electrificada	4.379	48,17	471	7,54	2.781	44,50	7.632	100,20
sin electrificar	7.296	65,66			147	2,06	7.443	67,72
TOTAL	11.675	113,83	471	7,54	2.928	46,55	15.075	167,92
2007								
electrificada	4.231	46,54	1.406	22,50	3.462	55,39	9.099	124,43
sin electrificar	6.380	57,42			75	1,05	6.455	58,47
TOTAL	10.611	103,96	1.406	22,50	3.537	56,44	15.554	182,90
2012								
electrificada	6.221	68,43	2.181	34,90	1.252	20,03	9.654	123,36
sin electrificar	4.052	36,47			2.230	31,22	6.282	67,69
TOTAL	10.273	104,90	2.181	34,90	3.482	51,25	15.936	191,05

⁹³ Memoria 2012 de la Asociación de Operadores de Petróleo.

Tabla 324. Superficie (km²) afectada por la zona de protección del ferrocarril

	Línea convencional en vía única		Línea de alta velocidad en doble vía		Línea convencional en doble vía		TOTALES	
	km	km ²	km	km ²	km	km ²	km	km ²
1992								
electrificada	4.379	122,61	471	15,07	2.781	88,99	7.632	226,68
sin electrificar	7.296	204,29			147	4,70	7.443	208,99
TOTAL	11.675	326,90	471	15,07	2.928	93,70	15.075	435,67
2007								
electrificada	4.231	118,47	1.406	44,99	3.462	110,78	9.099	274,24
sin electrificar	6.380	178,64			75	2,40	6.455	181,04
TOTAL	10.611	297,11	1.406	44,99	3.537	113,18	15.554	455,28
2012								
electrificada	6.221	174,19	2.181	69,79	1.252	40,06	9.654	284,04
sin electrificar	4.052	113,46			2.230	71,36	6.282	184,82
TOTAL	10.273	287,64	2.181	69,79	3.482	111,42	15.936	468,86

Tabla 325. Superficie (km²) afectada por la zona de afección del ferrocarril

	Línea convencional en vía única		Línea de alta velocidad en doble vía		Línea convencional en doble vía		TOTALES	
	km	km ²	km	km ²	km	km ²	km	km ²
1992								
electrificada	4.379	245,22	471	47,10	2.781	177,98	7.632	470,31
sin electrificar	7.296	408,58			147	9,41	7.443	417,98
TOTAL	11.675	653,80	471	47,10	2.928	187,39	15.075	888,29
2007								
electrificada	4.231	236,94	1.406	140,60	3.462	221,57	9.099	599,10
sin electrificar	6.380	357,28			75	4,80	6.455	362,08
TOTAL	10.611	594,22	1.406	140,60	3.537	226,37	15.554	961,18
2012								
electrificada	6.221	348,38	2.181	218,10	1.252	80,13	9.654	646,60
sin electrificar	4.052	226,91			2.230	142,72	6.282	369,63
TOTAL	10.273	575,29	2.181	218,10	3.482	222,85	15.936	1.016,24

Si se admite que el suelo artificializado u ocupado directamente tiene un ancho de 9 m para las líneas de vía única y de 14 m para las dobles, la superficie ocupada por el ferrocarril será de 15.443 hectáreas.

Si se quieren hacer comparaciones con otros modos, sería conveniente conocer la magnitud de las infraestructuras que de modo imprescindible acompañan a los ferrocarriles, en particular, las estaciones y apeaderos, haces de vías, etc. Teniendo en cuenta que existen 1.548 estaciones ferroviarias y que, según la web de ADIF, la Dirección de Patrimonio y Urbanismo de este organismo gestiona un total de 56 antiguas vías de ferrocarril hoy en desuso, y unos 1000 edificios pertenecientes a antiguas estaciones ferroviarias, no es descabellado pensar que el suelo artificializado por las infraestructuras ferroviarias complementarias, represente un 10% del que ocupan las propias líneas en uso, es decir, otras 1.500 hectáreas.

Superficie afectada por las redes de transporte por tubería

La red de oleoductos y gaseoductos está compuesta por un total de 16.435 kilómetros de los que la mayoría son gaseoductos:

Tabla 326. Evolución de la superficie afectada por la red de tuberías energéticas

	Ancho- km	Oleoductos		Gaseoducto		Totales	
		Longitud (km)	km ²	Longitud (km)	km ²	Longitud (km)	km ²
1992	0,02	3.536	70,72	3.866	77,32	7.402	148,04
2007	0,02	3.904	78,08	7.655	153,1	11.559	231,18
2012	0,02	4.743	94,86	9.680	193,6	14.423	288,46

Si se estima una anchura artificializada u ocupada directamente de 4 m la superficie ocupada en 2012 representa 5.769 hectáreas.

A este espacio habría que añadir el ocupado por otras instalaciones como las 38 plantas dedicadas al almacenamiento de hidrocarburos que tiene la Compañía Logística de Hidrocarburos (CLH).

Superficie afectada por las redes de transporte de electricidad (alta tensión)

Dadas las especiales características de estas redes, no se ha considerado oportuno estimar una cifra de artificialización del suelo equivalente a la de las otras infraestructuras lineales. Considerando únicamente las franjas de servidumbre establecidas en la legislación, la afección abarcaría las siguientes superficies:

Tabla 327. Evolución de la superficie afectada por líneas de alta tensión (1992-2012)

Tipo de red	Indicador (km)	1992		2007		2012	
		Longitud (km)	km ²	Longitud (km)	km ²	Longitud (km)	km ²
400 Kv	0,014	13.222	185	17.172	240	20.104	281
≤220 Kv	0,012	15.281	183	16.722	201	18.429	221
Total		28.503	368	33.894	441	38.533	503

10.5. La superficie ocupada y afectada por las infraestructuras nodales

Infraestructura aeroportuaria

Las servidumbres de los aeropuertos están reguladas por el RD 2591/1988 de Ordenación de los Aeropuertos de Interés General del Estado y su zona de servicio (BOE 7/12/98) art-5 a 9, por el D584/1972 Servidumbres aeronáuticas (BOE 21/3/72) art.26 a 31 y el RD 1257/2003 (BOE 4/10/2003).

Las servidumbres tienen por objeto garantizar la seguridad de los movimientos de las aeronaves. La "zona afectada comprende un área circular de 7 km de radio con centro en el aeropuerto, dentro de la cual no podrán realizarse alteraciones físicas salvo autorización del Ministerio de Fomento o del Defensa.

Está restringida la construcción o edificación en el área y superficies de ascenso, aproximación y entorno en un radio entre 2 a 4 km según la categoría aeroportuaria⁹⁴. La fijación de servidumbre se ha de realizar para cada instalación, a propuesta del Ministerio de Fomento. Los instrumentos urbanísticos califican los aeropuertos y sus zonas de servicio como “sistema general aeroportuario” y no pueden incluir determinaciones contrarias al desarrollo de la actividad.

En España hay 47 aeropuertos gestionado por la empresa AENA, un aeropuerto en Lleida promovido por la Generalitat de Cataluña y un aeropuerto de promoción privada en Ciudad Real que tiene suspendida la actividad. Además del aeropuerto sin uso de Castellón, promovido por la Generalitat Valenciana, y el de Murcia, por la Región de Murcia.

La zona de servicio de un aeropuerto consta de los siguientes elementos:

- Área destinada al subsistema de movimientos de aeronaves (despegue, aterrizaje, circulación de rodadura y estacionamiento).
- Subsistema de actividades aeroportuarias (infraestructuras y edificaciones)
- Y la zona de reserva aeroportuaria (zona de ampliaciones y servicios aeroportuarios)

Para estimar la superficie afectada por los mencionados 47 aeropuertos se ha partido de la información suministrada por los Planes Directores de los Aeropuertos de AENA. Dado que esta fuente no completa la planta aeroportuaria española, se ha utilizado la base de datos espacial Corine Land Cover y se han fotointerpretado las propias instalaciones aeroportuarias. Además, se ha empleado como fuente complementaria el Informe de Sostenibilidad Ambiental del Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (2012-2024) del Ministerio de Fomento que incluye en su valoración ambiental la ocupación de suelo de 41 aeropuertos.

Tabla 328. Superficie (hectáreas) afectada por las instalaciones aeroportuarias (2012)⁹⁵

Aeropuerto	Movimiento de aeronaves	Actividades aeroportuarias	Áreas de reserva	Total
A Coruña	120	8	3	131
Albacete				676
Alcaraz				50
Alicante	258	60	4	322
Almería	215	37	17	269
Asturias	157	12	17	186
Badajoz				412
Barcelona	1.455	46	43	1.544
Bilbao	285	87	32	403
Burgos	134	9	86	229
Castellón	173	156	211	540
Ciudad Real	433	448	354	1.234
Córdoba	87	19	33	140
Cuatro Vientos	82	24	22	128
El Hierro	24	3	9	36

⁹⁴ Se distinguen cinco categorías en función de las operaciones de las aeronaves y de la longitud de la pista.

⁹⁵ Los aeropuertos de los que solo se dispone de cifras totales son aquellos en los que se ha utilizado la base de datos Corine Land Cover para estimar la superficie que ocupan. Se han excluido de esta lista los aeropuertos de uso militar.

Fuerteventura	213	59	63	336
Gerona	147	33	35	215
Gran Canaria	583	78		660
Granada-Jaén	144	28	31	425
Huesca-Pirineos	148	10	12	170
Huelva				273
Ibiza	190	35	33	259
Jerez	186	42	243	470
La Gomera	56	4	28	89
La Palma				199
Lanzarote	158	65	22	245
Las Palmas	156	42		199
León				207
Logroño	215	9	35	259
Lugo				49
Madrid-Barajas				3.944
Málaga	455	70	50	575
Melilla	41	4	1	51
Menorca	236	51	28	315
Murcia	200	18	109	367
Murcia II				84
Palma M	570	198		767
Pamplona	108	18	32	174
Reus	189	38	95	321
Sabadell	48	29		77
Salamanca				446
San Sebastián	30	4	3	42
Santander	122	22	55	200
Santiago	188	75	156	419
Sevilla	252	81	202	740
Son Bonet	51	25	39	115
Soria				38
Tarrasa				67
Tenerife N	156	42	3	202
Tenerife S	210	68	842	1.119
Tudela				62
Valencia	341		92	433
Valladolid				472
Vigo	137	17	48	202
Vitoria	277	69	44	390
Zaragoza	47	21	52	551
TOTAL SUPERFICIE				22.528

De los aeropuertos de los que se conoce la información completa (área de movimiento de aeronaves, área de actividades aeroportuarias y área de reserva) el 60% de la superficie está destinada al movimiento de aeronaves y el 20% a área de reserva. Admitiendo esas mismas proporciones en el conjunto de aeropuertos, se puede considerar que las operaciones de las

aeronaves ocupan en todo el país una superficie, en 2012, de 13.517 hectáreas. Y las áreas de reserva, una superficie de 4.505 hectáreas.

Infraestructura portuaria

Se han considerado únicamente los Puertos del Estado, teniendo en cuenta tanto la superficie de flotación (donde se incluye el antepuerto, las dársenas, los accesos o los fondeaderos), como la superficie terrestre y el área de depósitos (almacenes cubiertos y descubiertos, viales, etc.). Los resultados obtenidos a partir de los anuarios estadísticos correspondientes⁹⁶, son:

Tabla 329. Superficie (hectáreas) de flotación y terrestre de los Puertos del Estado (2007-2012)

	Superficie de flotación	Superficie terrestre	Total
2007	177.654	8.224	185.878
2012	240.887	9.606	250.493

10.6. La fragmentación del territorio

El interés creciente por el efecto de la fragmentación del territorio sobre la biodiversidad y los hábitats ha dado lugar, recientemente, a iniciativas de investigación y valoración de esos procesos. En ese sentido, destaca el establecimiento del Grupo de Trabajo sobre Fragmentación de Hábitats causada por Infraestructuras de Transporte, coordinado por la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, y que surgió a raíz de la Acción COST 341 promovida por la Unión Europea en el período 1999-2003.

El Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino ha publicado un documento sobre los indicadores para evaluar la fragmentación de los hábitats causada por infraestructuras lineales de transporte.⁹⁷

Por su parte, la Unión Europea, en el marco de la mencionada Acción COST 341, ha ido publicando informes sobre la fragmentación del territorio en los países de la EU. En el caso de España el informe fue elaborado en colaboración del Ministerio de Medio Ambiente y de la Universidad de Barcelona, en el año 2003⁹⁸.

Los datos de partida de este informe eran la red de carreteras, con una longitud en 2003 de casi 665.000 km, y la red ferroviaria, con unos 15.000 km de longitud. Estas infraestructuras lineales de transporte ocupaban aproximadamente unos 4.300 km² de superficie. Pero si se tienen en cuenta las afecciones, enlaces, servidumbres, etc., la superficie total ascendería hasta 6.500 km².⁹⁹

⁹⁶ <http://www.puertos.es/>

⁹⁷ Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2010. Indicadores de fragmentación de hábitats causada por infraestructuras lineales de transporte. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, número 4. O.A. Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 133 pp. Madrid.

⁹⁸ Rosell C., Álvarez, G., Cahill, S., Campeny, R., Rodríguez, A., & Séiler, A. : COST 341. La fragmentación del hábitat en relación con las infraestructuras de transporte en España. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, 2003.

⁹⁹ Ibidem, pag. 13

Dado que la dimensión superficial no refleja directamente la fragmentación del territorio o la reducción del tamaño y/o número de hábitats de la flora y fauna., el informe indicaba que dicha fragmentación, con especial atención a la afección de espacios naturales protegidos o de interés comunitario (Red Natura 2000)¹⁰⁰, era una tarea pendiente.

Indicadores de fragmentación

Se ha desarrollado un considerable número indicadores para calcular la fragmentación del territorio causada por las infraestructuras de transporte, reflejando la diversidad de escalas (local, paisaje, región) y de niveles de organización (territorio en general, hábitats, organismos). Pero no existe un único indicador que reúna la totalidad, ni siquiera la mayoría, de los efectos de un proceso tan complejo, por lo que es necesario seleccionar los indicadores adecuados para el caso del cálculo del impacto de las infraestructuras de transporte para el territorio español.

La Agencia Europea del Medio Ambiente publicó, en cooperación con la Oficina del Medio Ambiente de la Confederación Suiza, un informe¹⁰¹ sobre la fragmentación del territorio con el objetivo de homologar la metodología y profundizar en los distintos indicadores de medición. En dicho informe se propone utilizar como indicador más fiable y coherente el cálculo del tamaño efectivo de la malla de las infraestructuras de transporte y la densidad efectiva de la malla por 1.000 km² ("Effective mesh size and effective mesh density").

Otra referencia importante es el sistema de indicadores TERM (Transport and Environment Reporting Mechanism) de la propia Agencia Europea del Medio Ambiente. El grado de transformación del territorio se asocia a tres indicadores:

- TERM 2002 06- *Fragmentation of ecosystems and hábitats by transport*. Mide el tamaño medio del área que queda entre las infraestructuras
- TERM 2002 07- *Proximity to transport infrastructure to designated areas*. Se trata del número o del porcentaje de las áreas protegidas con infraestructuras de transporte situadas a menos de 5 kilómetros de sus centros.
- TERM 2002 08- *Land take by transport infrastructure*. Incluye el porcentaje del territorio ocupado por las infraestructuras de transporte.

De los indicadores de fragmentación que recomienda el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino para el territorio de ámbito nacional, sintetizados en la tabla adjunta, se han seleccionado aquellos que resultaban manejables, disponibles o viables para ser empleados en el presente trabajo, por existir bases de datos adecuadas para ello.

¹⁰⁰ Según un análisis preliminar, 5,500 ha de hábitats prioritarias están a menos de 200 m de una carretera. Rosell C., Álvarez, G., Cahill, S., Campeny, R., Rodríguez, A., & Séiler, A. : COST 341, 2003, pag. 14.

¹⁰¹ Landscape fragmentation in Europe, Joint EEA-FOEN report, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011

Tabla 330. Indicadores de fragmentación del territorio

Sistema de indicadores		Utilizado	Limitaciones y observaciones	Base de datos a emplear
I1	Volumen de tráfico de la red viaria	No	Complejidad notable. La diferenciación entre las categorías de la infraestructura vial refleja en cierto grado la Intensidad Media de Tráfico	Ministerio de Fomento
I2	Densidad de las infraestructuras de transporte	Si	Los impactos previsible sobre la fragmentación territorial difieren mucho en función del tipo de infraestructura. No se tiene en cuenta la distribución de las infraestructuras en el espacio.	BCN200
I3	Superficie ocupada por las infraestructuras de transportes	Si	Idealmente, el indicador ha de considerar como "área ocupada" por las infraestructuras no solo la plataforma sino también la explanación (incluyendo desmontes y terraplenes), más la superficie de las zonas o áreas servicio, descanso, auxiliares, etc.	SIOSE 25.000
I4	Longitud de las de las infraestructuras de transporte que transcurre por pasos elevados y subterráneos	Si	El indicador no tiene en cuenta los efectos diferenciales de túneles, falsos túneles y viaductos. Los túneles causan menos fragmentación.	BCN200
I5	Cambios del uso suelo inducidos por las infraestructuras de transporte	Si	Véase indicador I3. Se calculan los cambios de uso por el aumento de la superficie de transportes, pero no los cambios inducidos por la misma.	CORINE Land Cover
I6	Tamaño efectivo de la malla	Si	Como cualquier indicador que parta de una cobertura digital de infraestructuras, el resultado depende de qué tipos de infraestructuras se hayan incluido en la cobertura de la leyenda, y de la calidad y el grado de actualización del mapa fuente utilizado.	BCN200
I7	Densidad de la malla efectiva	Si		BCN200
I7	Corredores ecológicos atravesados por las infraestructuras de transporte	No	Análisis muy pormenorizado del territorio. Se trata de indicadores para la consideración de alternativas en la evaluación estratégica o en el trazado de proyectos de infraestructura.	
I8	Superficie de hábitats cercana a las infraestructuras de transporte	No		

Como se deduce de la tabla, las cuatro fuentes de datos empleadas para el cálculo de la fragmentación del territorio en este trabajo son:

Tabla 331. Bases de datos para la estimación de la fragmentación

Base	Información sobre	Fuente
BCN 200	Longitud infraestructuras de transporte / Superficie de zonas urbanas	Instituto Geográfico Nacional
CORINE Land Cover	Superficie destinada a la infraestructura de transporte / Cambios entre 1990 y 2006	Instituto Geográfico Nacional
SIOSE	Superficie destinada a la infraestructura de transporte	Instituto Geográfico Nacional
Red Natura 2000	Superficie de la Red Natura 2000.	Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

A las capas de estas bases de datos, empleadas en el apartado anterior (BCN200, Corine Land Cover y SIOSE) para analizar la ocupación del territorio por las infraestructuras, se añaden ahora las correspondientes a la Base de Datos Natura 2000 de España (CNTRYES), ofrecida por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Tabla 332. Capas utilizadas de la cartografía digital de la Red Natura 2000

Fichero	Capas	Objetivo
Zepa_201209_p	Todas	Superficie de las "Zonas de especial protección para las aves" (ZEPA)
Lic_201209_p	Todas	Superficie de las zonas "Lugar de interés comunitario" (LIC)

Longitud y densidad de las infraestructuras lineales de transporte (I2 y I4)

La **red viaria interurbana** tiene una longitud según la BCN200 de 178.147 km, de los que casi un 10% son vías de gran capacidad. Los tramos en viaducto o subterráneos representan un 3,3% de la red.

Tabla 333. Características de la red viaria (BCN200)

		Longitud km	%	Subtotal	%
Autopistas y Autovías	VIADUCTO	403,9	2,4%		
	SUBTERRÁNEA	160,8	0,9%		
	SUPERFICIAL	16.559,7	96,7%	17.124	9,6%
Carreteras Nacional	VIADUCTO	113,0	0,7%		
	SUBTERRÁNEA	45,9	0,3%		
	SUPERFICIAL	15.934,6	99,0%	16.094	9,0%
Carreteras Autonómicas					
1º ORDEN	VIADUCTO	69,7	0,4%		
	SUBTERRÁNEA	38,9	0,3%		
	SUPERFICIAL	15.430,0	99,3%	15.539	8,7%
2º ORDEN	ELEVADO	96,0	0,3%		
	SUBTERRÁNEA	8,6	0,02%		
	SUPERFICIAL	36.003,9	99,7%	36.109	20,3%
3º ORDEN	VIADUCTO	237,0	0,3%		
	SUBTERRÁNEA	12,6	0,01%		
	SUPERFICIAL	93.032,3	99,7%	93.282	52,4%
TOTAL				178.147	

Mapa 1: Red de autovías y autopistas de España



Mapa 2: Red Nacional de Carreteras (en rojo) y autovías / autopistas (en gris) de España



La **red de transporte ferroviario**, según los datos de la BCN200 (última actualización Abril 2011) tiene una longitud de 21.332 kilómetros, de los que el 13,7% corresponde a alta velocidad (plataforma vallada a lo largo de todo su recorrido). Esas cifras son superiores a los ferrocarriles en uso en esa misma fecha.

Tabla 334. Características de la red ferroviaria (BCN200)

Tipo de línea	Número de vías	Trazado	Longitud km	Subtotal	%
Convencional	Desconocido	Superficial	15,4		
		Viaducto	17,4		
	Doble	Subterránea	174,9		
		Superficial	4.351,5	4.543,8	21,3%
	Única	Viaducto	92,3		
		Subterránea	517,1		
Superficial		13.251,3	13.860,7	65,0%	
Alta Velocidad	Doble	Viaducto	98,3		
		Subterránea	202,7		
		Superficial	2.611,2	2.912,2	13,7%
Total				21.332,1	

Mapa 3: Red ferroviaria de España - AVE (negro), Convencional doble vía (gris) y de vía única (gris finito)



La densidad de la red viaria de alta capacidad y del tren de alta velocidad es **de 0,04 km/km²**; el valor se duplica si se incluye el ferrocarril convencional de doble vía así como las carreteras nacionales.

Superficie ocupada por las infraestructuras de transporte (I3)

A partir de los datos del SIOSE 2005 del Instituto Geográfico Nacional se ha calculado la superficie ocupada por las infraestructuras de transporte, incluyendo la red viaria (ID cobertura 881), la ferroviaria (ID cobertura 882) así como los puertos (ID cobertura 883) y aeropuertos (ID cobertura 884).

Tabla 335. Distribución de la ocupación del suelo por el transporte según modos (SIOSE)

Categoría	Superficie (ha)	% superficie del territorio
Viarío (interurbano)	190.967,5	0,377%
Ferrovionario	27.843,1	0,055%
Puertos	6.569,7	0,013%
Aeropuertos	15.997,8	0,032%
Total	241.378,0	0,477%

Según este cálculo los distintos modos de transporte ocuparían un 0,47% del territorio español, siendo el viarío el que más superficie ocupa con un 0,38%, seguido del ferrovionario con un 0,05% (27.850 has).

No obstante, hay que tener en cuenta que la medición de la superficie de la plataforma del ferrocarril o por la sección viaria no refleja la ocupación real de las infraestructuras, ya que de ese modo no se incluyen los terrenos asociados como los terraplenes, taludes, etc.

Para contrastar la superficie "neta" obtenida de la base de datos del SIOSE 25.000, se han aplicado anchuras tipo a las distintas infraestructuras viarias y del ferrocarril, que se multiplica por la longitud total de las redes. La superficie obtenida se muestra en la siguiente tabla, cuyos resultados, como se puede observar no difieren en orden de magnitud de los obtenidos por el cálculo a través de la base del SIOSE:

Tabla 336. Estimación de la superficie de las infraestructuras lineales mediante asignación de un ancho tipo de la sección

Tipo infraestructura	Anchura tipo	Superficie (ha)	Total
Vías de alta capacidad	40	68.498	232.397 ha
Carreteras Nacionales	15	47.448	
Carreteras Autonómicas	9	116.451	
AVE	25	6.528	22.331 ha
Tren convencional doble	15	6.527	
Tren convencional único	7	9.276	

Grado de fragmentación del territorio (I6 y I7)

Para expresar el grado de fragmentación del territorio se va a utilizar el método propuesto por Jaeger (2000) basado en dos conceptos:

- el tamaño efectivo de la malla y
- la densidad de la malla efectiva.

El "tamaño efectivo de la malla" (m_{eff}) es la superficie que tendrían los polígonos delimitados por la red de infraestructuras si todos tuvieran el mismo tamaño y la probabilidad de que dos puntos escogidos al azar quedasen dentro de un mismo polígono fuese la misma que en el territorio real. Correspondería a la probabilidad de que dos ejemplares de una misma especie animal situados en la misma región, pudiesen encontrarse sin tener que atravesar una barrera. A más barreras, menos puntos conectados.

Debido a la distinta intensidad de la fragmentación del territorio por las infraestructuras de transportes, se han establecido categorías con un impacto similar. Las redes y densidades de los cuatro grupos principales son las siguientes:

Tabla 337. Categorías de infraestructuras lineales de transporte por su efecto fragmentador

Grupo	Tipo de infraestructura	Efecto de fragmentación	Longitud (km)	Densidad (km/km ²)
1	Vías de alta capacidad (autovías, autopistas), Ferrocarril de alta velocidad	Muy alta	20.037	0,04
2	Carreteras Nacionales, Ferrocarril convencional de doble vía.	Alta	40.674	0,08
3	Carreteras Autonómicas de 1er Orden, Ferrocarril convencional vía única.	Media	70.073	0,14
4	Resto de carreteras	Baja	199.464	0,40

Existen aspectos complejos a la hora de evaluar la segregación, este es el caso de la lectura digital de los pasos inferiores o elevados donde no se conoce exactamente si están realmente acondicionados para el paso de la fauna silvestre, o si en cambio sirve para superar otro tipo de infraestructuras, asentamientos o barreras naturales. Para solucionar este asunto, la Agencia Europea del Medio Ambiente propone establecer un límite de trazado de 1.000 metros a partir del cual se considera que un paso interior o superior es lo suficientemente largo como para paliar la fragmentación del territorio¹⁰².

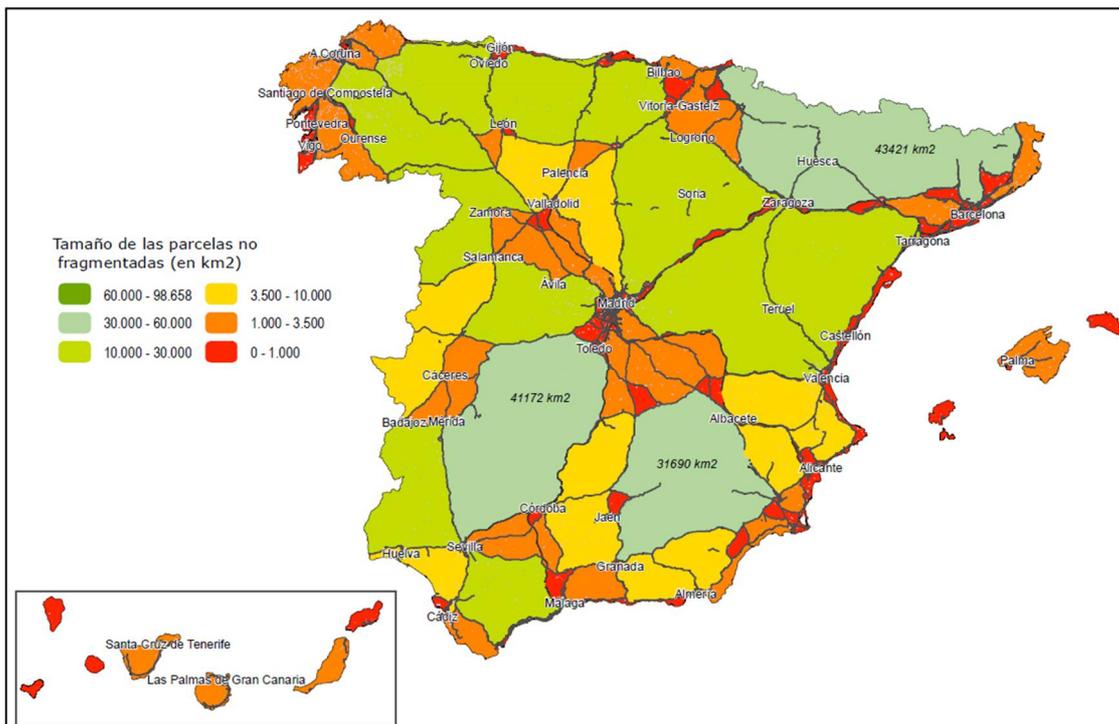
El efecto de la presencia de pasos inferiores o superiores se ha tenido en cuenta en el cálculo de las parcelas no fragmentadas para longitudes mayores de 1.000 metros para el grupo 1. En los grupos inferiores (2-4) siempre se han excluido los pasos subterráneos o elevados mayores a 1 km de longitud a la hora de calcular la fragmentación del territorio.

Impacto de las infraestructuras del grupo 1

Tienen una distribución bastante heterogénea por el territorio. Mientras la fragmentación que causan es muy acentuada en toda la costa mediterránea y en proximidad de las grandes ciudades, hay zonas extensas libres de este tipo de infraestructura por ejemplo en Asturias, Cuenca Extremadura, Galicia y Teruel, coincidiendo en buena parte con las zonas montañosas del país.

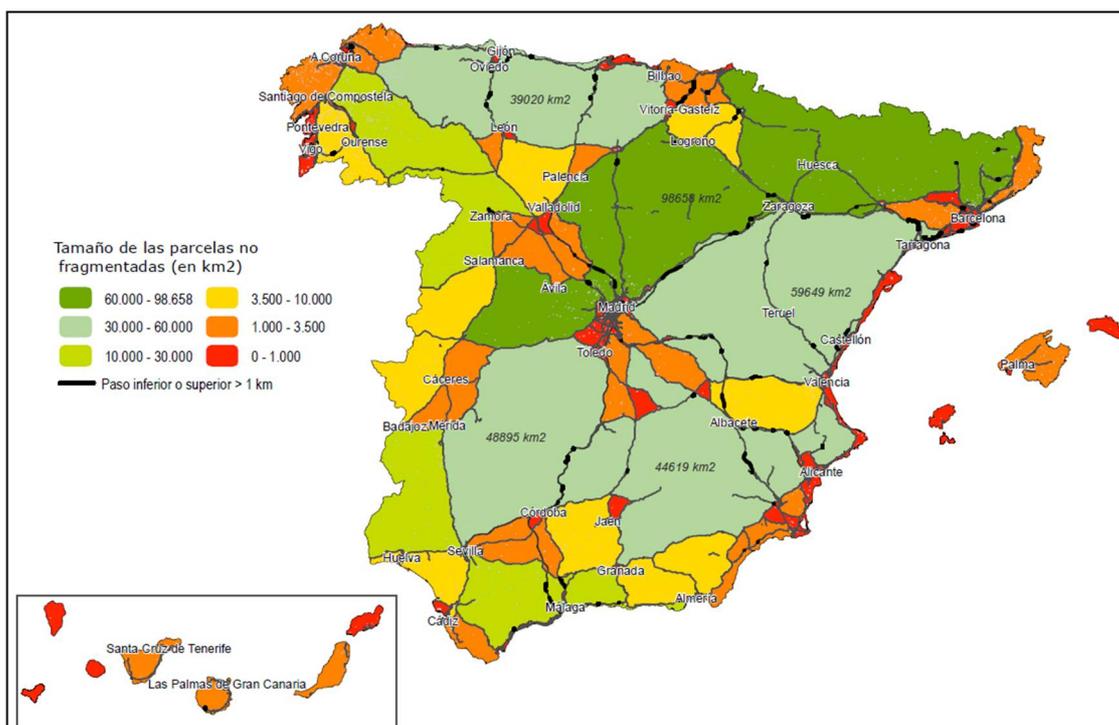
¹⁰² Landscape fragmentation in Europe, Joint EEA-FOEN report, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011, pag. 28

Mapa 4: Tamaño relativo de las parcelas no fragmentadas por autopistas /autopistas y tren de alta velocidad (grupo 1) – sin consideración de túneles o viaductos



La parcela media no fragmentada es de 803 km² y la malla efectiva es de 18.568 km². Las parcelas más grandes no fragmentadas ocupan hasta un 15% de la superficie total de la península. Cuando se tiene en cuenta la existencia de túneles o viaductos mayores de 1 km la parcela media no fragmentada asciende a casi 900 km² y la malla efectiva es de 42.660 km².

Mapa 5: Tamaño relativo de las parcelas no fragmentadas debido a la infraestructura de autopistas / autopistas y líneas del tren de alta velocidad (grupo 1) con consideración de túneles y viaductos > 1km de longitud

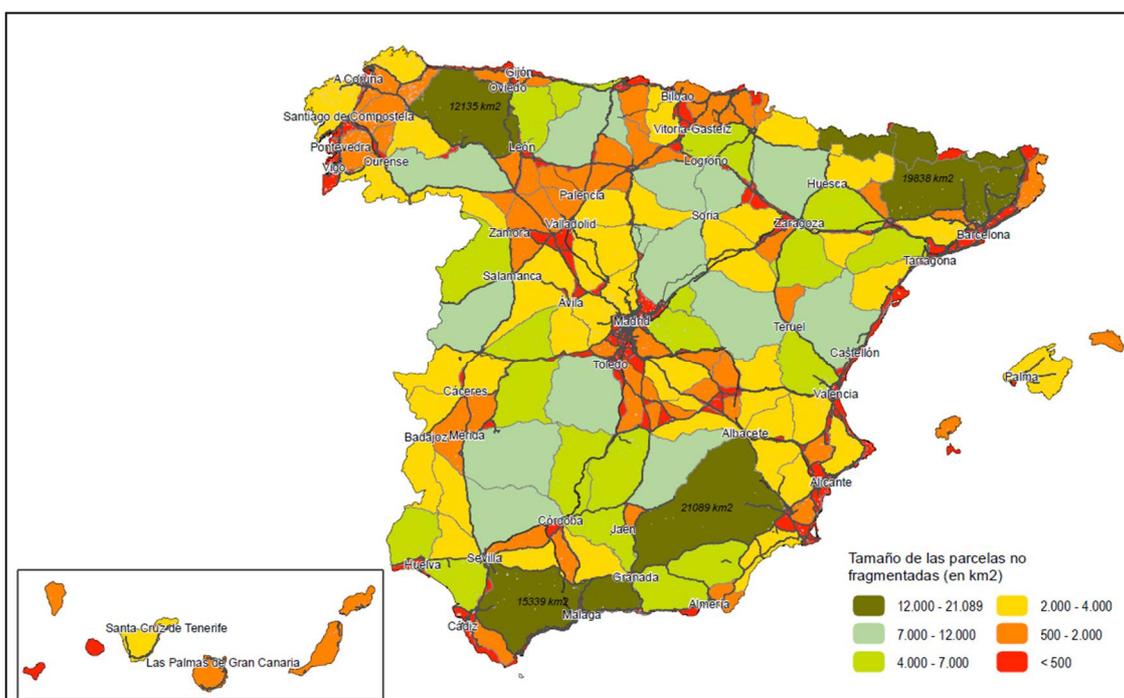


Como se puede observar, la existencia de túneles y viaductos en el caso de las vías de alta capacidad y del ferrocarril de alta velocidad permite la unión de varias grandes áreas antes fragmentadas, como por ejemplo el Sistema Central de la península que conecta con los Pirineos. Mientras que en el cálculo anterior el tamaño máximo de las parcelas no fragmentadas no superaban el 15% de la superficie total de la península, la nueva parcela más grande del Sistema Central y de los Pirineos ocupa hasta el 20% del territorio.

Impacto de las infraestructuras del grupo 2

La adición de las infraestructuras de este grupo a las del grupo 1 supone una reducción de la parcela media no fragmentada hasta los 305 km², es decir una reducción del 62%. A su vez el tamaño de la malla efectiva se reduce a 6.360 km², lo que supone una densidad de 0,16 mallas por 1.000 km².

Mapa 6: Tamaño relativo de las parcelas no fragmentadas debido a la infraestructura del grupo 2 con consideración de túneles y viaductos > 1 km de longitud



El tamaño máximo de las parcelas no fragmentadas baja hasta ocupar solo un 5% del territorio. Respecto a la distribución espacial del grado de la fragmentación se observa como la fragmentación es mayor en las zonas con una topografía más plana (provincias de Toledo, Albacete o Valladolid) o donde hay una mayor densidad de la población (País Vasco, Madrid, Costa mediterránea), mientras que el grado de fragmentación es mucho menor en los sistemas montañosos y con menor densidad poblacional (provincias de Huesca, Jaén o Málaga)

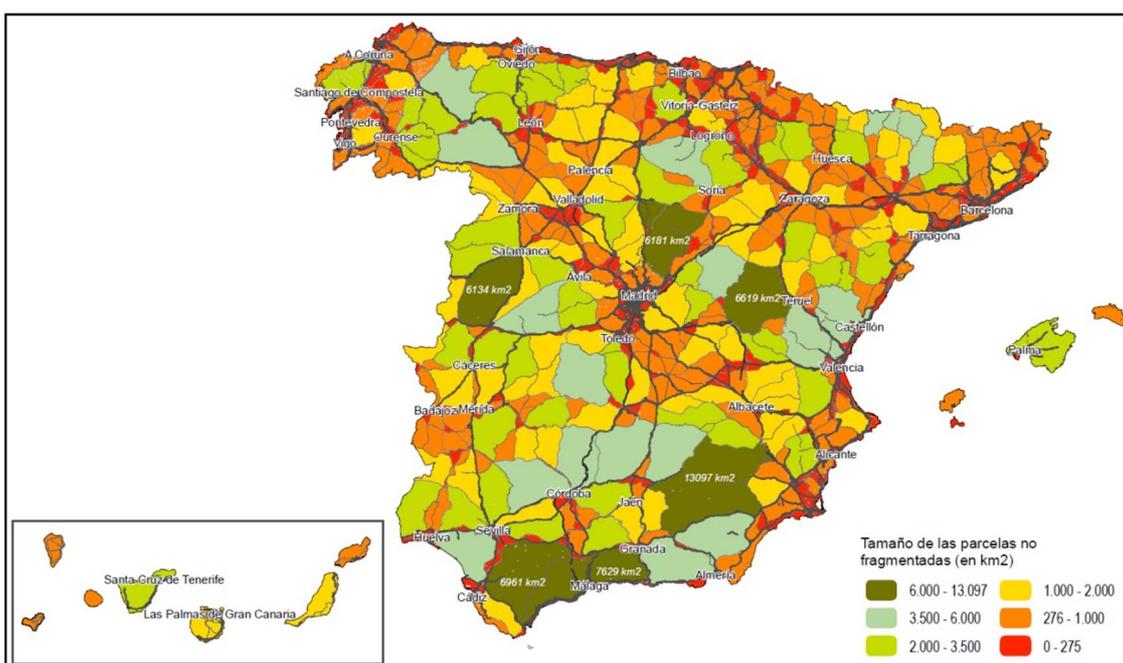
Impacto de las infraestructuras del grupo 3

La red de infraestructuras del grupo 3 incluye además de las vías de los grupos anteriores, las carreteras autonómicas de primer orden, así como el ferrocarril convencional de vía única. Esta

red suma unos 70.000 km, con una reducción de la parcela media no fragmentada hasta 140 km² y de la malla efectiva hasta unos 2.500 km², lo que supone una densidad de 0,4 mallas por 1000 km².

Esta nueva densificación de la red supone un impacto desigual sobre el territorio. Se observa fragmentación en regiones donde antes no se registraban, este es el caso de los Pirineos o de parte de Extremadura. Por otro lado, se intensifica la densidad de las redes en zonas ya muy fragmentadas como el corredor formado entre el País Vasco, Zaragoza y Tarragona-Barcelona. Otras zonas continúan sin estar afectadas como parte de Sierra Morena, el Sistema Bético y en menor medida el Sistema Ibérico, la Sierra de Gredos y la Cordillera Cantábrica.

Mapa 7: Tamaño relativo de las parcelas no fragmentadas debido a la infraestructura del grupo 3 con consideración de túneles y viaductos > 1 km de longitud



Si se añaden los efectos fragmentadores del grupo 4 la afección de las infraestructuras de transporte queda reflejada en la siguiente tabla:

Tabla 338: Resumen de la fragmentación según grupo de infraestructura de transporte

	Longitud (km)	Densidad km/km ²	Parcela media (km ²)	Suma Probabilidad (Jaeger)	Malla efectiva M _{eff} (km ²)	Densidad S _{eff} (malla / km ²)
Grupo 1	20.037	0,04	803	0,04	18.568	0,05
Grupo 2	40.674	0,08	898	0,09	42.660	0,02
Grupo 3	70.073	0,14	305	0,01	6.364	0,16
Grupo 4	106.182	0,21	140	0,0051	2.503	0,40

Afecciones en espacios protegidos (I8)

Con este indicador se mide la superficie de hábitats cercanos o que son atravesados por las infraestructuras de transporte mediante la superposición la Red Natura 2000. Se mide tanto la longitud (km) que atraviesa estos espacios como la superficie que ocupan (km²).

La Red Natura 2000 es una de las figuras de protección más importante, cuyo objetivo es la conservación de los espacios de mayor valor para la biodiversidad¹⁰³. En España está formada actualmente por 1.448 Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), incluidos en las Listas aprobadas por la Comisión Europea, y por 598 Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), que comprenden en conjunto una superficie total de más de 147.000 km², lo que representa aproximadamente un 27% del territorio español. De esa extensión total, más de 137.000 km² corresponden a superficie terrestre, y unos 10.000 km², a superficie marina¹⁰⁴.

Conviene recordar que la Red Natura 2000 española está completándose, ya que de acuerdo con el grado de representación en los LIC españoles de los tipos de hábitat y las especies de interés comunitario hay 11 tipos de hábitat del Anexo I y 11 especies del Anexo II de la Directiva de Hábitat que están todavía insuficientemente representados en dicha Red¹⁰⁵.

A continuación se analiza la longitud de las redes de infraestructuras que afectan a la superficie terrestre de la Red Natura, el porcentaje en que se reduce su superficie y el grado de fragmentación de las parcelas. Fusionando la superficie terrestre de la Red Natura 2000 se obtiene un área de aproximadamente 132.000 km² distribuido en unas 1.064 parcelas conectadas entre sí. El tamaño de la parcela media es de 124 km² mientras que la parcela más grande asciende a 18.280 km², que corresponde a las Sierra Morena y Bética, seguido con 17.900 km² en el Sistema Central. En tercer lugar se encontraría, con una diferencia notable, la Cordillera Cantábrica con una superficie de unos 9.050 km².

¹⁰³ La Directiva 92/43/CE relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.

¹⁰⁴ La Red Natura 2000 en España, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/red-natura-2000/rn_espana.aspx - consultado el 26.11.2013

¹⁰⁵ *Ibidem*.

Mapa 8: Tamaño parcelas terrestres de la Red Natura 2000 de la península

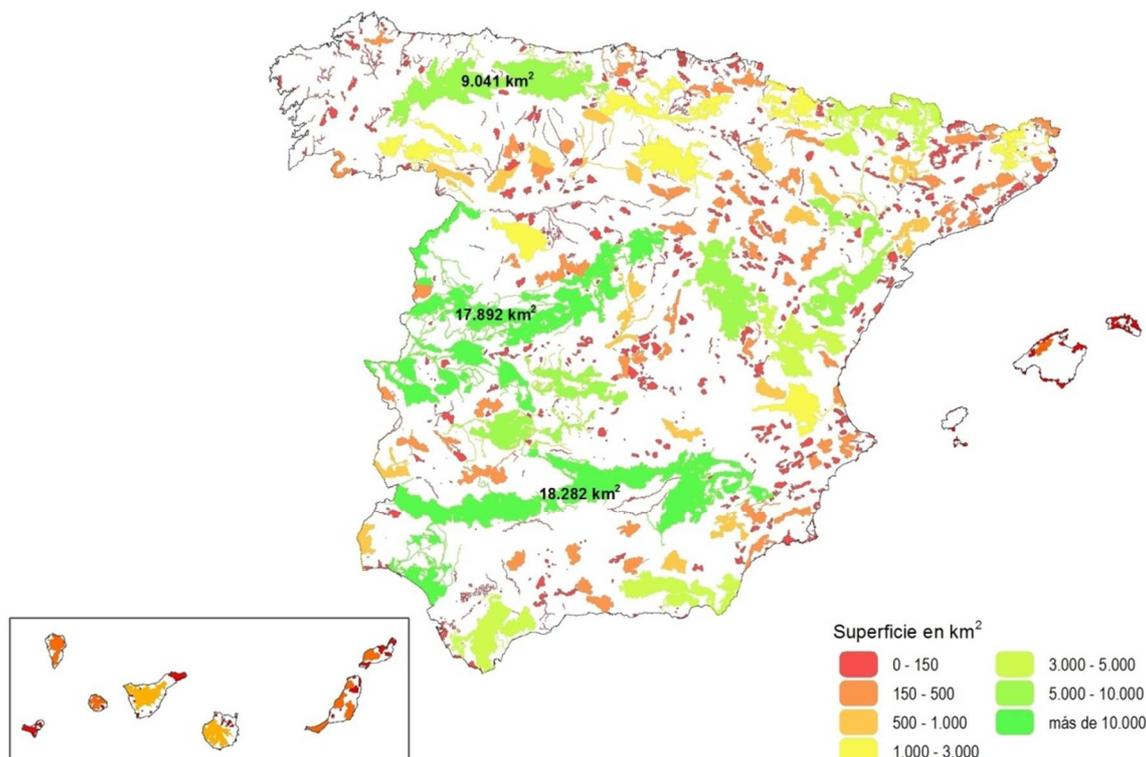


Tabla 339. Longitud de la red de infraestructuras de transporte que afecta a la Red Natura 2000

Tipo Infraestructura		Longitud	En Red Natura 2000	% sobre tipo de infraestructura	% sobre total afectado
Tren de alta velocidad		2.912 km	137 km	4,7%	0,5%
Tren Convencional		18.420 km	374 km	2,0%	1,4%
Vías alta capacidad		17.124 km	918 km	5,4%	3,4%
Carretera Nacional		16.094 km	1.870 km	11,6%	7,0%
Carreteras Autonómicas	1 ^{er} y 2 ^o Orden	51.647 km	8.444 km	16,3%	31,6%
	3 ^{er} Orden	93.282 km	14.998 km	16,1%	56,1%
Total		199.479 km	26.740 km	13,4%	100,0%

Dado que la anchura de la propia plataforma de las infraestructuras es insuficiente para valorar integralmente su efecto fragmentador (iluminación, ruido, contaminación, servicios, etc.) se han aplicado las siguientes medidas para reflejar mejor la afección de los corredores de transportes en los espacios protegidos.

Tabla 340. Asignación de anchura de las infraestructuras de cara a su efecto fragmentador

Tipo de infraestructura	Anchura aplicada
Tren de alta velocidad, Vías de alta capacidad	100 m
Carretera Nacional, Tren Convencional	80 m
Carreteras autonómicas	60 m
Zona urbana (mayor a 100 ha)	200 m

Aplicando estos parámetros la superficie de la Red Natura 2000 se reduce en 120.000 ha, casi el 1% del total.

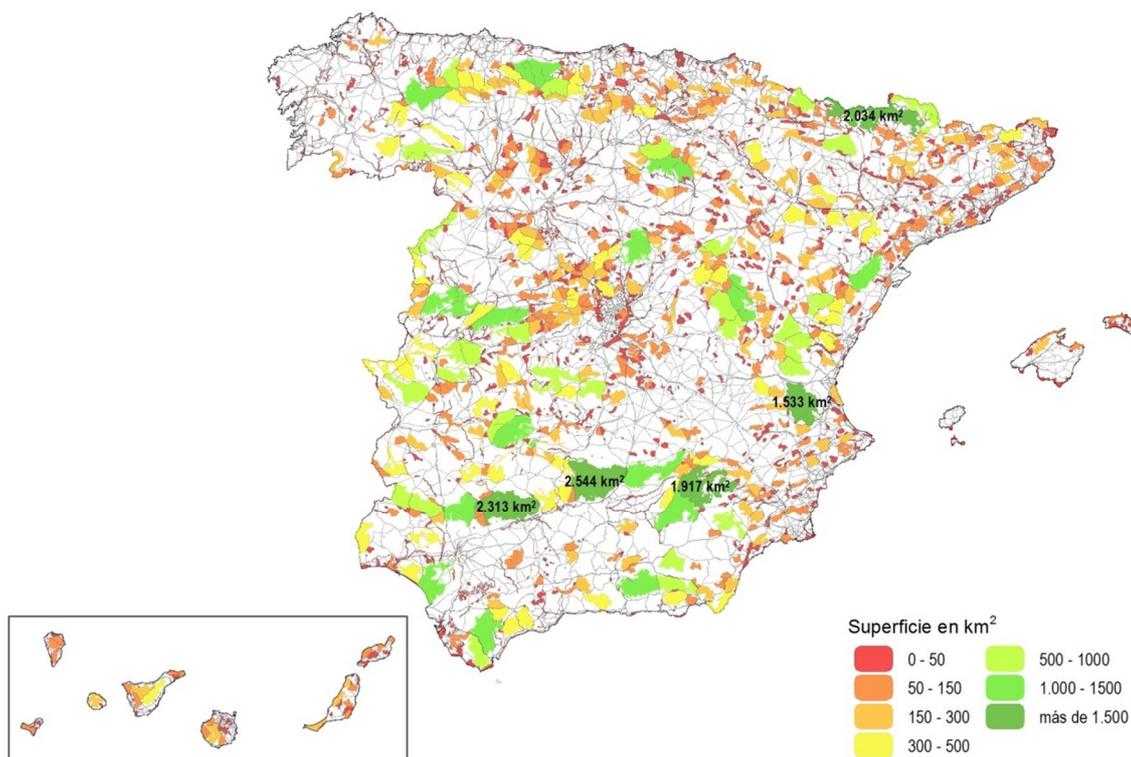
Las redes de infraestructuras lineales de transporte reducen la parcela media de la Red Natura 2000 a 34,7 km² mientras que la parcela de mayor tamaño no alcanza los 2.540 km². Estas cifras suponen una reducción al 28% de la parcela media y al 14% de la superficie de las parcelas más grande.

Asimismo el mayor grado de fragmentación se refleja en el número de parcelas, que se triplica hasta alcanzar las 3.770.

Tabla 341. Efecto fragmentador de las infraestructuras lineales sobre la Red Natura 2000

	Superficie total (km ²)		Parcelas (mayores de 5 ha)		Parcela media (km ²)		Parcela máxima (km ²)	
	km ²	%	número	%	km ²	%	km ²	%
Red natura sin infraestructuras	132.066	100%	1.064	100%	124,1	100%	18.280	100%
Red natura con infraestructuras	130.876	99%	3.772	355%	34,7	28%	2.543,5	14%

Mapa 9: Fragmentación de los espacios protegidos de la Red Natura 2000



11. ESTIMACIÓN DE OTROS ASPECTOS AMBIENTALES

11.1. Emisiones de gases de efecto invernadero

A la hora de calcular las emisiones de gases de efecto invernadero del sistema de transportes español, hay que tener en cuenta que en las fases de fabricación de vehículos y construcción de infraestructuras se ha empleado el concepto de "amortización del consumo energético", artificio metodológico cuya virtud es la de permitir diferir a lo largo de toda la vida útil unos costes energéticos que, aunque se producen en un momento concreto, tienen repercusión a lo largo de toda la vida de vehículos e infraestructuras, respectivamente. No basta, por tanto, con aplicar los factores de conversión que se presentan en el apartado 15.2. del presente volumen metodológico a las diferentes componentes de consumo energético contabilizadas a lo largo del estudio. Para poder tener una idea real de las emisiones de CO₂-eq que efectivamente se producen en un año determinado, es preciso que, previamente, se determinen los consumos de energía que dan lugar a esas emisiones. Lo que a los efectos de este estudio supone los siguientes cambios respecto a los cálculos hechos en la estimación del consumo energético:

- Fase de fabricación de vehículos: se deben considerar los procesos asociados a la fabricación del total de los vehículos matriculados en 2007 y 2012, frente a la parte amortizada en esos años por todos los vehículos que en 2007 y 2012 se encuentran dentro de su periodo de vida útil que se ha considerado en el cálculo del consumo energético.
- Fase de construcción de infraestructuras: se debe considerar la inversión efectivamente realizada en infraestructuras de transporte en el año 2007 y 2012, frente a la parte amortizada en esos años por el conjunto de las infraestructuras que en 2007 y 2012 se encuentran dentro de su periodo de vida útil que se ha considerado en el cálculo del consumo energético.
- Fin de la vida útil: no se incluye el potencial de recuperación de energía resultante de tratamiento de los vehículos en el final de su vida útil, por tratarse de un fenómeno cuya repercusión se produce en un tiempo posterior al momento considerado.

Por otra parte, la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero requiere realizar las siguientes hipótesis o simplificaciones de cálculo:

- Fase de fabricación: se conoce que las fuentes energéticas empleadas en este caso son la electricidad y el gas natural. Pero se desconoce el peso relativo de cada una de ellas. Se ha supuesto que ambas fuentes energéticas se emplean por igual en la fabricación de los vehículos.
- Fase de mantenimiento y gestión: para la componente relativa al consumo energético de los talleres e instalaciones, se ha considerado despreciable el consumo de gas natural, que se estima inferior al 5%; mientras que en el caso del contenido energético de los materiales de las piezas de recambio se ha seguido el mismo criterio que en la fabricación de vehículos (gas natural y electricidad al 50%).
- Fase de construcción de infraestructuras: se desconoce el desglose de fuentes energéticas utilizadas en la construcción de infraestructuras, por lo que su estimación se ha hecho asumiendo que esta fase representa una proporción, respecto al total de las emisiones, idéntica a la que representa en cuanto al consumo energético del ciclo completo del modo correspondiente.

11.2. Población afectada por el ruido del transporte

Criterios utilizados para determinar la población afectada

Para obtener una aproximación de las afecciones acústicas generadas por el transporte se ha tenido en cuenta el marco normativo español y comunitario que determina los umbrales de tolerancia al ruido. Además, también se han tenido en cuenta los límites fijados por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

La Ley del Ruido del año 2003 (Ley 37/2003, de 17 de noviembre, BOE N° 276 de 18/11/2003), que transponía la Directiva comunitaria 2002/49/CE, se plantea el ruido en un sentido amplio, como inmisión sonora presente en el hábitat humano o en la naturaleza. Se trata tanto del ruido propiamente dicho, perceptible en forma de sonido, como las vibraciones, y se incluye todo ello en lo que se conoce como "contaminación acústica".

La Ley 37/2003 se desarrolla posteriormente mediante el RD 1513/2005, de 16 de diciembre, del Ruido, referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental y el R.D. 1367/2007, de 19 de octubre en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. El desarrollo normativo incluye la creación del **Sistema Básico de Información sobre la Contaminación Acústica** (SICA). Este sistema constituye una base de datos homogénea que se remite periódicamente a la Comisión Europea. Este Real Decreto obliga a los municipios a elaborar Mapas Estratégicos de Ruido (MER) con sus correspondientes Planes de Acción. Los MER deben medir la contaminación de las diferentes aglomeraciones urbanas, ejes infraestructurales y las estaciones aéreas, viarias y ferroviarias. Este sistema depende del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), y está gestionado por la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. El Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) presta el apoyo técnico para su implantación y mantenimiento.

La primera fase del SICA tenía el compromiso de poner en marcha el mandato de la Directiva 2002/49/CE que obligaba a entregar, antes del 18 de julio del 2008, los primeros mapas acústicos de las ciudades con más de 250.000 habitantes; entre estas se encontraban Baix Llobregat, Barcelonés I y II, Córdoba, Granada, Bilbao, Valencia, Alicante, Las Palmas, Comarca de Pamplona, Sta. Cruz de Tenerife, Sevilla, Palma de Mallorca, Murcia, Valladolid, Vigo, Zaragoza, Alicante, Gijón y Madrid.

La segunda fase del SICA cumplía su plazo de entregar antes del 18 de julio del 2013; durante esta etapa se realizaron los MER de las ciudades de más de 100.000 habitantes, en los que se incluían las ciudades de A Coruña, Zaragoza, Elche, Alcobendas, Badajoz, Burgos, León, Salamanca, Albacete, San Sebastián-Donostia, Vitoria, Almería, Castellón, Comarca de Pamplona, Murcia, Leganés, Móstoles, Cartagena, Valencia, Cádiz, Alicante y Oviedo). En esta segunda fase repiten el MER las aglomeraciones de Valencia, Alicante y Comarca de Pamplona.

Los Mapas Estratégicos de Ruido recogen en su análisis los límites especificados en el desarrollo normativo de la Ley 37/2003, tal y como se expresan en el siguiente cuadro resumen:

Tabla 342. Valores límite de ruido según el RD 1367/2007

Tipo de área acústica (valores referenciados a 4 m)	Índices de ruido	
	Ld	Ln
Sectores del territorio con predominio de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra el ruido	60	50
Sectores del territorio con predominio del uso residencial	65	55
Sectores del territorio con predominio de uso recreativo y de espectáculos	73	63
Sectores del territorio con predominio del suelo industrial	75	65
Sectores del territorio afectados a sistemas de infraestructuras de transporte u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1) (2)	Sin determinar	Sin determinar
Límites de la OMS para zonas residenciales	50/55	40/45

Procedimiento de explotación de la información existente

Para dimensionar la población expuesta al ruido se han revisado en primer lugar los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de los diferentes municipios incluidos en las dos primeras fases del SICA. La lectura de los diferentes estudios ha permitido observar que existen divergencias importantes en la forma en que se recoge la de información.

Por regla general todos los MER deben medir:

- Ld- nivel de ruido equivalente durante el periodo diurno
- Le- nivel de ruido equivalente durante la tarde
- Ln- nivel de ruido equivalente durante el periodo nocturno
- Lden- índice de ruido día-tarde-noche

Sin embargo, no todos los Mapas estratégicos incluyen exactamente los mismos rangos de ruido, ni tampoco indican el número y la localización de estaciones de medición instaladas. Por ese motivo, se aprovechó alternativamente, las bases de datos que el MAGRAMA envía periódicamente a la Comisión Europea, que están disponibles en la página web del SICA (<http://sicaweb.cedex.es/>).

De esta forma se logró disponer de una base de información de todas las ciudades para los años 2007-2012, especificándose el ruido durante el periodo diurno y nocturno, que permitía dimensionar la población expuesta a rangos homogéneos de contaminación acústica. Los resultados se exponen en las siguientes tablas.

Tabla 343. Primera fase del SICA- Población expuesta al ruido procedente del tráfico en las ciudades (2007)

Aglomeración	Población	Lden						Lnigt				
		<55	55-59	60-64	65-69	70-74	>75	<50	50-54	55-59	60-64	65-69
Baix Llobregat	466.854	41.600	122.700	162.300	106.400	25.000	4.200					
Barcelonés I	1.611.467	192.600	161.000	383.600	443.400	374.800	85.700	309.100	329.000	455.200	393.000	142.000
Barcelonés II	331.377	26.600	57.400	145.700	90.600	16.300	1.700	75.800	134.000	82.000	32.500	13.100
Córdoba	308.072		61.800	127.600	83.600	4.200				105.600	92.200	20.100
Granada	237.818		44.100	37.100	31.300	13.800	1.900	45.500	37.500	32.300	17.100	3.200
Málaga	558.265		65.300	48.100	45.400	118.700	43.300		47.900	54.100	110.800	41.000
Bilbao	352.317		41.300	56.000	80.100	27.900	1.100		50.300	81.900	68.200	14.500
Valencia	807.396	147.500	325.300	200.400	64.200	5.800	94.800	2419	751	119	0	112
Las Palmas	377.643		144.700	104.800	96.300	52.500	5.300		108.000	80.200	57.800	19.800
Comarca de Pamplona	280.199		68.300	85.700	37.600	4.400	100		84.183	32.326	3.400	132
Sta.Cruz Tenerife	360.388		80.900	106.200	42.800	22.200	5.500		107.700	54.800	25.000	9.900
Sevilla	709.975	33.500	154.700	151.800	122.700	61.300	11.700		287.200	99.500	78.000	47.800
Palma M.	379.898	152.700	125.900	71.900	37.800	14.600	1.400	289.800	212.600	178.800	88.800	33.300
Murcia	398.815	149.000	19.300	8.000	3.100	600			158.000	14.800	5.400	1.700
Valladolid	321.713		37.200	44.100	29.800	8.700	100			45.000	32.500	11.200
Vigo	292.059		46.400	41.100	30.800	31.500	15.500		42.500	33.800	31.400	21.400
Zaragoza	638.799			185.252	102.208						-	
Alicante	310.330	73.899	65.600	79.353	70.107	28.093	2.971	92.841,51	75.074,80	80.677,88	50.283,35	18.976,65
Gijón	271.039		36.700	47.500	45.200	16.100	500	45.300	47.300	21.300	1.100	
Madrid	3.099.834				183.370					654.686		
Población estudiada	12.114.258	817.399	1.658.600	2.086.505	1.746.785	826.493	275.771	860.761	1.722.009	2.107.109	1.087.483	398.221
% población expuesta		6,75	13,69	17,22	14,42	6,82	2,28	7,11	14,21	17,39	8,98	3,29

Tabla 344. Segunda fase del SICA- Población expuesta al ruido procedente del tráfico en las ciudades (2012)

2012		Lden					Lnight				
Ciudad	Población	55-59	60-64	65-69	70-74	75	50-54	55-59	60-64	65-69	70
A Coruña	243.320	23.200,00	58.300,00	83.800,00	44.100,00	7.500,00	50.200,00	87.800,00	46.000,00	16.200,00	1.400,00
Elche	222.422	66.504,51	59.468,43	38.642,56	19.754,22	5.461,81	67.090,87	4.295,55	23.841,42	8.232,71	474,20
Alcobendas	107.514	22.400,00	27.800,00	23.700,00	5.700,00	400,00	30.400,00	16.900,00	3.300,00	400,00	100,00
Badajoz	146.832	11.900,00	47.600,00	23.000,00	12.700,00	1.000,00	36.900,00	22.400,00	9.900,00	200,00	-
Burgos	174.075	28.200,00	37.700,00	28.900,00	12.700,00	100,00	36.000,00	30.900,00	20.000,00	1.400,00	-
León	135.059	19.000,00	30.200,00	20.600,00	28.900,00	2.200,00	24.000,00	29.000,00	27.700,00	8.300,00	100,00
Salamanca	155.921	32.700,00	36.500,00	25.000,00	7.500,00	100,00	38.800,00	27.600,00	14.000,00	600,00	-
Albacete	164.711	14.260,00	33.040,00	42.670,00	3.400,00	260,00	48.520,00	23.050,00	670,00	40,00	-
S Sebastián	183.308	30.100,00	45.000,00	48.100,00	17.100,00	300,00	43.200,00	48.600,00	20.800,00	900,00	-
Vitoria	227.568	40.700,00	54.200,00	48.800,00	19.700,00	100,00	55.700,00	48.000,00	17.400,00	400,00	-
Almería	186.651	47.900,00	27.500,00	25.400,00	8.200,00	3.000,00	26.900,00	23.200,00	9.100,00	3.600,00	200,00
Castellón	240.000	11.853,40	50.622,10	78.415,10	35.336,30	625,80	42.285,90	76.389,10	50.713,80	2.463,80	14,10
Leganés	182.471	45.700,00	40.900,00	20.500,00	6.000,00	500,00	24.400,00	8.200,00	1.700,00	-	-
Móstoles	206.275	21.900,00	89.700,00	62.600,00	24.600,00	200,00	73.600,00	83.400,00	27.100,00	1.000,00	-
Cartagena	214.033	21.500,00	13.900,00	5.500,00	300,00	-	11.800,00	3.900,00	100,00	-	-
Valencia	807.396	176.900,00	196.100,00	117.000,00	60.300,00	7.000,00	241.500,0	126.700,00	83.600,00	18.300,00	-
Cádiz	128.554	26.700,00	23.800,00	25.200,00	14.700,00	-	23.200,00	23.500,00	20.600,00	500,00	-
Alicante	322.431	62.548,50	45.307,25	20.819,42	3.621,92	42,67	74.080,75	62.480,25	39.335,75	535,00	83,00
Oviedo	214.833	23.200,00	31.000,00	30.700,00	18.200,00	1.900,00	23.700,00	26.400,00	17.500,00	3.700,00	6,00
Población estudiada	4.263.374	727.166,41	948.637,78	769.347,08	342.812,44	30.690,28	972.277,52	772.714,90	433.360,97	66.771,51	2.377,30
% población expuesta		17,06	22,25	18,05	8,04	0,72	22,81	18,12	10,16	1,57	0,06

Si sumamos la población expuesta al ruido en las ciudades donde se han realizado mediciones en las dos fases del SICA correspondientes a 2007 y 2012 la aproximación a la contaminación acústica por encima de los umbrales recogidos en la normativa en periodo diurno y nocturno serían los siguientes:

Tabla 345. Población expuesta al ruido diurno por encima de los niveles fijados por la normativa

Población estudiada	Lden					
	<55	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
2007						
12.114.258	817.399	1.658.600	2.086.505	1.746.785	826.493	275.771
2012						
4.263.374		727.166,41	948.637,78	769.347,08	342.812,44	30.690,28
16.377.632	817.399	2.385.766	3.035.142	2.516.132	1.169.305	306.461
% población expuesta, respecto a población estudiada	4,99	14,57	18,53	15,36	7,14	1,87

Tabla 346. Población expuesta al ruido nocturno por encima de los niveles fijados por la normativa

Población estudiada	Lnight					
	<50	50-54	55-59	60-64	65-69	>70
2007						
12.114.258	860.761	1.722.009	2.107.109	1.317.451	398.221	67.629
2012						
4.263.374	972.277,52	811.374,90	433.360,97	66.771,51	2.971,30	
16.377.632	1.833.038	2.533.384	2.540.470	1.384.223	401.192	67.629
% población expuesta, respecto a población estudiada	11,19	15,47	15,51	8,45	2,45	0,41

Para comprobar si la aproximación a la información extraída de la base de datos del SICA era la correcta, se acudió a los datos dados a conocer por los responsables del MAGRAMA en el Congreso Nacional de Medio Ambiente (CONAMA)¹⁰⁶. Los resultados difundidos de la primera fase del SICA¹⁰⁷ correspondientes al 2007 sobre 19 aglomeraciones con más de 250.000 habitantes, determinan la existencia de 8.130.800 personas residentes en grandes aglomeraciones urbanas afectadas por la contaminación acústica¹⁰⁸. De estas el 98,9% (8.043.000 habitantes) correspondían a la población afectada por el tráfico viario, el 0,30% (25.000 personas) por el ferrocarril y el 0,54% (44.000 personas) por las operaciones aeroportuarias; las instalaciones industriales tienen un impacto menor con tan solo 0,22%.

Como ya se ha señalado, la contaminación acústica también afecta a las personas que residen en los entornos de los grandes ejes viarios (2.520.000 habitantes), de los grandes ejes ferroviarios (85.000 personas) y de los diez grandes aeropuertos (142.000 personas). Si se suman los afectados en las ciudades y en los entornos de los grandes ejes de infraestructuras de transporte el resultado es de 10.472.40, es decir un 22,28% de la población española expuesta al ruido.

¹⁰⁶ Sanz Sa, J.R. Jefe de Área del MAGRAMA "Resultados y experiencias en la gestión acústica urbana. Perspectivas de futuro ante nuevos retos y desafíos acústicos". Congreso Nacional de Medio Ambiente, CONAMA, 2012

¹⁰⁷ <http://sicaweb.cedex.es/>

Tabla 347. Resultados de la primera fase del SICA.
Población expuesta a umbrales superiores a la legislación

	>55dB	%	>50 dB	%
AGLOMERACIONES (74,67%)	8.130.000 hab.	67%	6.431.000 hab.	80%
Tráfico viario	8.043.000 hab.	98,9%	6.396.000 hab.	99%
Tráfico ferroviario	25.000 hab.	0,30%	13.000 hab.	0,20%
Tráfico aéreo	44.000 hab.	0,54%	8.000 hab.	0,12%
Industria	18.000 hab.	0,22%	14.000 hab.	0,21%
GRANDES INFRAEST. VIARIAS 8.610 Km (23,67%)	2.520.000 hab.	23,14%	1.480.000 hab.	18,8%
GRANDES EJES FERROVIARIOS (813 km)	85.000 hab.	0,78%	63.000 hab.	0,78%
10 GRANDES AEROPUERTOS	142.000 hab.	1,30%	25.000 hab.	0,41%
Total	10.887.000 hab.	100%	7.999.000hab.	100%

11.3. Población afectada por la contaminación del aire del tráfico

Los datos del informe "Air Quality in Europe 2013 Report", de la Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA), permiten una aproximación al problema en el ámbito exclusivamente urbano.

Tabla 348. Población urbana afectada en España por concentraciones de contaminantes por encima de los objetivos de calidad de la UE (2009-2011)

	Valor referencia UE	% población expuesta (mínimo y máximo en el periodo de referencia)
NO ₂	Anual (40 µg/m ³)	0-36%
PM ₁₀	Diario (50 µg/m ³)	3-20%
O ₃	Cada 8 horas (120 µg/m ³)	5-38%

Fuente: AEMA.

Otra fuente de referencia es el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, de cuyos informes "Perfil Medioambiental de España" de los años 2007 y 2012 se deduce que las emisiones de sustancias acidificantes y eutrofizantes se han reducido entre 1990 y 2011 en un 46,4%, destacando fuertes descensos entre el 2008 y el 2010 debidos a la crisis económica. En el caso de los óxidos de nitrógeno, el NO_x ha descendido un 19,7% (un 42,4% de la reducción corresponde al sector del transporte por carretera). El transporte motorizado fue el responsable de la mayor parte de las emisiones de partículas tal y como se observa en el siguiente cuadro.

Tabla 349. Distribución de la emisión de partículas PM₁₀ y PM_{2,5} según sectores

Sectores de emisión	PM _{2,5}		PM ₁₀	
	2007	2012	2007	2012
Tratamiento y eliminación de residuos	0.1%	0.1%	0.01%	0.1%
Extracción y distribución combustibles fósiles y energía geotérmica	0.1%	0.2%	0.7%	1.2%
Agricultura	2%	7.1%	9.8%	6.7%
Procesos industriales sin combustión	3.6%	2.6%	5.4%	3.1%
Plantas de combustión industriales	7.7%	18.7%	8%	13.3%
Combustión en la producción y transformación de energía	9.9%	14.2%	12.6%	14.4%
Plantas de combustión no industrial	16.5%	5.2%	13.7%	19.5%
Transporte por carretera	28.3%	21.5%	21.5%	19%
Otros modos de transporte y maquinaria móvil	36.3%	30.3%	28.3%	22.8%

Fuente: Perfil Medioambiental en España, 2007 y 2012. MAGRAMA.

Según el mencionado informe "Perfil Medioambiental de España 2012", las partículas en suspensión PM₁₀ descendieron un 23,8% entre el año 2000 y el 2011, "todos los sectores han contribuido a este descenso, excepto la agricultura (cuyas emisiones de PM₁₀ se han incrementado un 6,8%, procedentes en su mayoría del estiércol) y otros modos de transporte y maquinaria móvil (aumento del 5,2%, debido, principalmente a las emisiones procedentes de actividades marítimas). El sector que más ha reducido sus emisiones de partículas ha sido el de la combustión en la producción y transformación de energía que las ha reducido un 75,4% (pese al comportamiento de 2011) y el transporte rodado (que lo ha hecho un 34,7%)".

En cuanto a las PM_{2,5} que son las más dañinas para la salud, entre 2000 y 2011 se registró una disminución del 22,5%. Los mayores descensos tuvieron lugar en el transporte con un 40,5% (11.080 t). Entre 2010 y 2011 la reducción fue de 1,8%.

El Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (MAGRAMA) afirma ¹⁰⁹ que la "calidad del aire media de los municipios mayores de 50.000 habitantes (2011) ha consolidado la tendencia de no registrar superaciones de los valores legales de NO₂, PM₁₀ y O₃". Estos datos contrastan con los resultados detallados por Comunidades Autónomas ¹¹⁰ donde los números muestran que, lejos de disminuir, las emisiones se incrementan.

tomado el caso de Madrid según el Plan de Calidad del Aire de la Ciudad de Madrid 2011-2015 ¹¹¹, el transporte por carretera fue responsable del 82,2% de las emisiones de PM_{2,5} y del 78,7% de las emisiones de PM₁₀, para el año 2009.

Gracias al seguimiento exhaustivo que realiza Ecologistas en Acción de las estaciones oficiales de medición de la contaminación atmosférica en los Informes anuales de Calidad del Aire en el Estado Español. Estos informes están basados en datos públicos que recogen las propias administraciones de las Comunidades Autónomas. Analizan de forma rigurosa los principales contaminantes que se concentran en las áreas urbanas y que están relacionados fundamentalmente con las emisiones de los vehículos motorizados: NO₂, partículas en suspensión (PM₁₀ y PM_{2,5}) y Ozono troposférico. En la siguiente tabla se recogen la población expuesta a la contaminación atmosférica en los años 2007 y 2012 para el conjunto español.

Tabla 350. Población expuesta a la contaminación del aire en España (2007 y 2012) según la Directiva 2008/50/CE y según la OMS

	2007				2012			
	Directiva 2008/50/CE	% Pob.	OMS	% Pob.	Directiva 2008/50/CE	% Pob.	OMS	% Pob.
Población estudiada	39.000.000 hab. ¹¹²		39.000.000 hab.		47.100.501 hab. ¹¹³		47.100.501 hab. ¹¹⁴	
NO ₂ ¹¹⁵	7.668.284	20%	7.995.141	21%	7.969.151	16,9%	7.969.151	16,9%
PM ₁₀	14.555.232	38%	18.550.692	48%			35.671.065	75,7%
PM _{2,5} ¹¹⁶	ND		ND				33.162.005	70,4%
O ₃ ¹¹⁷	2.518.972		ND		9.003.759	19,1%	38.568.795	81,9%

Fte. Elaboración propia a partir de los informes anuales sobre la calidad del aire en el Estado español 2007 y 2012. Ecologistas en Acción

¹⁰⁹ Perfil Ambiental de España 2012. MAGRAMA

¹¹⁰ Informes "La calidad del aire en el Estado español durante 2007" Ecologistas en Acción 2008 y "La calidad del aire en el Estado español durante 2012" Ecologistas en Acción 2013.

¹¹¹ www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Sostenibilidad/ContenidosBasicos/Ficheros/PlandeCalidaddelAire2012.pdf.

¹¹² Supone más del 85% de la población española, faltan las Comunidades Autónomas de Galicia, Canarias, Baleares, Ceuta y Melilla.

¹¹³ Descontando Ceuta y Melilla a 1 de enero de 2012 (INE)

¹¹⁴ Descontando Ceuta y Melilla a 1 de enero de 2012 (INE)

¹¹⁵ Los NO₂ afectan específicamente a la ciudad de Madrid y a las áreas metropolitanas de Barcelona y Granada

¹¹⁶ La medición de las PM_{2,5} resulta insuficiente en la mayor parte de las redes de medición autonómicas.

¹¹⁷ Por sus características particulares afecta principalmente a las áreas rurales y metropolitanas próximas a las grandes ciudades de Madrid, Sevilla, Barcelona, Valencia, etc. y en diferentes zonas rurales de Andalucía, Aragón, Baleares, Castilla La Mancha, Extremadura, La Rioja y Murcia.

La proporción de población que respira aire contaminado depende de los umbrales que se fijen para determinar qué es y qué no es aire contaminado. Si se atienden los valores límite legales establecidos por la Directiva europea 2008/50/CE, la población expuesta es de 17,3 millones de personas, lo que representa el 37% del total. Sin embargo, si se tiene en cuenta los valores más estrictos recomendados por la Organización Mundial de la Salud, que pretende ofrecer un mayor grado de protección, la población que respira aire contaminando se extiende a más de dos terceras partes de los habitantes del país.

12. ESTIMACIÓN DEL EMPLEO EN EL TRANSPORTE

12.1. Empleo asalariado

La principal fuente de información utilizada para estimar la dimensión del empleo asalariado en el ciclo completo del transporte es la Encuesta de Población Activa (EPA). La información se dispone desagregada por años y por rama de actividad de acuerdo a la Clasificación Nacional de Actividades Económicas del 2009 (CNAE2009). La encuesta está diseñada para poder disponer de información desagregada con cinco dígitos, sin embargo en la página web del INE (www.ine.es) solo están disponible los datos agrupados de acuerdo a los epígrafes de la CNAE 2009 con dos dígitos, lo que impide, en un buen número de ocasiones, poder identificar la actividad concreta de la que se trata.

Por esta razón, se ha utilizado la explotación ofrecida por el Gabinete Técnico Confederal de Comisiones Obreras a partir de los microdatos de la EPA¹¹⁸. Se ha estimado por un lado, las ocupaciones entre los años 2007 y 2012 y, por otro, la población asalariada para los años 2008 a 2012. Se ha elegido la información correspondiente al cuarto trimestre de cada año. Esta información debe ser utilizada con prudencia ya que, por debajo de los 6.000 asalariados, pierde precisión al incorporar un importante margen de error, por lo que no debe usarse de forma desglosada.

Al contar únicamente con una desagregación de la información de la EPA en dos dígitos para las ocupaciones y de tres dígitos para las personas asalariadas, no es posible contabilizar el empleo de todas las actividades que deberían asignarse al sistema de transporte. Por esta razón, se ha procedido a estimar parte de esos epígrafes no detallados utilizando fuentes documentales de apoyo. Este es el caso de las actividades del Grupo O, "Administración Pública y Defensa; Seguridad Social Obligatoria".

Los principales problemas con los que se ha enfrentado esta estimación son:

- Por un lado, al analizar el periodo comprendido entre 2007 y el 2012, las clasificaciones de actividades económicas son diferentes: CNAE1993 y CNAE2009, y sus epígrafes y ramas de actividad agrupan actividades en ocasiones muy distintas, lo que impide la comparación de la información al no ser equivalentes. Los datos entre el 2008 y 2014 no son comparables con los años anteriores al 2008, que incorporarían el CNAE1993.
- Por otro, la EPA no contempla el trabajo autónomo, por lo que ha sido preciso calcular estimaciones a partir de otras fuentes.
- Además, el método impide contabilizar una buena parte de los servicios complementarios a los de transporte, como los que tienen que ver con la seguridad, la limpieza y la informática asociada específicamente a los desplazamientos de viajeros.

¹¹⁸ En el interesante estudio, elaborado también por el sindicato Comisiones Obreras, con el título "La generación de empleo en el transporte colectivo en el marco de una movilidad sostenible", dirigido por Manel Ferrí, con la asistencia técnica del Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS) y editado por la Fundación Conde del Valle de Salazar (Madrid, 2010), se utiliza también para las estimaciones de empleo como fuente la EPA.

Del análisis realizado, que a continuación se detalla por cada rama de actividad, se deducen las siguientes cifras globales que ofrecen una primera idea sobre la proporción entre el conjunto de los asalariados con el grupo de los relacionados con el transporte:

Tabla 351. Evolución de la población asalariada en el transporte respecto al total asalariados (2008-12)

	Asalariados totales	Asalariados sector transporte	% asalariados transporte
2008	16.308.000	1.614.187	9,90
2012	13.925.000	1.322.425	9,50

Fuente. Elaboración propia a partir de la explotación microdatos de la EPA por el Gabinete Técnico de CCOO

Para llegar a esas cifras se ha partido del análisis detallado de cada una de las secciones y ramas de actividad incluidas en la EPA. Únicamente ha quedado excluida la sección B-INDUSTRIAS EXTRACTIVAS que comprende la extracción de materiales para la construcción de infraestructuras y fabricación de vehículos, debido a la dificultad que entraña seguir el rastro de todos los materiales que se introducen en la actividad.

La primera rama analizada es la denominada sección C, "Industria Manufacturera", que comprende las actividades asociadas a la transformación de materias primas para la industria. Se incluye el montaje de componentes de productos manufacturados. Se divide en dos grupos, el C29 destinado a la fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques. Dentro de este grupo es la actividad dedicada a la "Fabricación de vehículos a motor" la que experimenta un mayor descenso alcanzando 20.200 empleos menos entre el 2008-13. En el caso de los componentes, la caída es más suave rondando los 5.000 empleos.

Por otro lado se encuentran aquellas actividades agrupadas en "Fabricación de otro material de transporte" (C30) donde aparecen las relacionadas con otros modos de transporte como la construcción naval, la fabricación de material ferroviario o la fabricación de aviones. En este grupo se encuentra el C.30.9 "Fabricación de material de transporte n.c.o.p." que incluye la fabricación de motocicletas, bicicletas sin motor, vehículos para personas con discapacidad, carritos de bebe, triciclos, carritos de viaje o de supermercados.

Tabla 352. C. Industria manufacturera

C29	Fabricación de vehículos de motor remolques y semirremolques		
	Actividad	2008	2012
291	Fabricación de vehículos de motor	91.100	74.500
292	Fabricación de carrocerías para veh. de motor; fabricación de remolques y semirremolques	14.200	10.800
293	Fabricación de componentes, piezas y accesorios para vehículos de motor	103.300	90.800
C30	Fabricación de otro material de transporte		
301	Construcción naval	26.800	13.600
302	Fab. locomotoras y material ferroviario	10.000	9.600
303	Construcción aeronáutica y espacial y su maquinaria	19.600	26.000
309	Fabricación de material de transporte n.c.o.p.	5.500	3.400
	TOTAL	270.500	228.700

Fuente: Elaboración propia a partir de la explotación de los microdatos de la EPA por el Gabinete Técnico de CCOO. 2014

Dado que la fabricación de los vehículos tiene está muy orientada a la exportación y que, además, hay también una elevada importación, para asignar al sistema de transporte español la parte correspondiente del empleo en la industria manufacturera, se han ponderado las cifras del epígrafe C29 con el ratio derivado de las cifras de facturación que se corresponden con el mercado interior (72% en 2012). Para el epígrafe C-30 se ha estimado ese mismo ratio en un 80%. El resultado sobre el empleo es el siguiente:

Tabla 353. C. Industria manufacturera dirigida al mercado interior

C29	Fabricación de vehículos de motor remolques y semirremolques		
	Actividad	2008	2012
291	Fabricación de vehículos de motor	65.592	53.640
292	Fabricación de carrocerías para veh. de motor; fabricación de remolques y semirremolques	10.224	7.776
293	Fabricación de componentes, piezas y accesorios para vehículos de motor	74.376	65.376
C30	Fabricación de otro material de transporte		
301	Construcción naval	21.440	10.880
302	Fab. locomotoras y material ferroviario	8.000	7.680
303	Construcción aeronáutica y espacial y su maquinaria	15.680	20.800
309	Fabricación de material de transporte n.c.o.p.	4.400	2.720
	TOTAL	199.712	168.872

Dentro de la sección D-SUMINISTRO DE ENERGÍA ELECTRICA, GAS, VAPOR Y AIRE ACONDICIONADO se incluye el epígrafe 351, que recoge el empleo en la producción, transporte y distribución de energía eléctrica. En ese conjunto, que comprendía las fases de producción, transporte y distribución, se pueden asignar al transporte la totalidad del empleo de Red Eléctrica (1.443 y 1646 en 2008 y 2012 respectivamente), así como el doble de esa cifra a la faceta de distribución o transporte local de la electricidad.

En cuanto a la producción, transporte y distribución por tubería de combustibles gaseoso, se suman los empleos de Enagas (1008 y 1118 en 2007 y 2012 respectivamente) a los que se asignan como distribución en el conjunto del epígrafe (50% del total).

Tabla 354. D. Suministro de energía, gas, vapor y aire acondicionado

	Actividad	2008	2012
D35	Suministro de energía, gas, vapor y aire acondicionado		
351	Producción, transporte y distribución de energía eléctrica	62.500	63.500
	Empleo asignado al transporte	2.886	3.292
352	Producción de gas; distribución por tubería de combustibles gaseosos	11.800	12.700
	Empleo asignado a distribución y transporte	6.908	5.968
	Total transporte	11.237	10.906

Fuente: Elaboración propia a partir de la explotación de los microdatos de la EPA por el Gabinete Técnico de CCOO. 2014 y las memorias de Red Eléctrica de España y Enagas

En la sección E se encuentra la rama del SUMINISTRO DE AGUA, SANEAMIENTO, GESTIÓN Y DESCONTAMINACIÓN que comprende las actividades relacionadas con la gestión, captación, tratamiento y la eliminación de diversos tipos de desechos, como los residuos sólidos o no procedentes de hogares o de la industria, así como otros contaminantes. Se incluyen los

grupos E36 "Captación, depuración y distribución del agua", el E37 "Recogida y tratamiento de aguas residuales", el E38 "Recogida, tratamiento y eliminación de residuos". Del empleo en suministro de agua se ha asignado a las tareas de captación-transporte-distribución un 50% del total. Igualmente, se ha asignado al transporte un 30% del total en la recogida y tratamiento de aguas residuales y un 50% del total de la recogida de residuos.

Tabla 355. E. Suministro de agua, actividades de saneamiento, gestión de residuos y descontaminación

		2008	2012
E36	Captación, depuración y distribución de agua		
360	Empleo asignado a captación y distribución de agua	24.420	25.500
E37	Recogida y tratamiento de aguas residuales		
370	Empleo asignado al transporte en la recogida de aguas residuales	1.890	2.100
E38	Recogida, tratamiento y eliminación de residuos		
381	Recogida de residuos	18.850	21.000
		45.160	48.390

Fuente: Elaboración propia a partir de la explotación de los microdatos de la EPA por el Gabinete Técnico de CCOO. 2014

La sección F - CONSTRUCCIÓN comprende las actividades generales de la construcción de edificios y obras de ingeniería civil como la construcción de autopistas, carreteras, calles, puentes, túneles, líneas férreas, aeropuertos, puertos y otras obras hidráulicas, sistemas de riego y alcantarillado, instalaciones industriales, gasoductos, oleoductos y líneas eléctricas, instalaciones deportivas, etc.

Se incluyen todas aquellas actividades relacionadas con la "Construcción de carreteras y vías férreas, puentes y túneles" y la construcción de redes como los gaseoductos y oleoductos, redes de suministro de aguas, sistema de canales de riego, grandes depósitos, alcantarillado, depuradoras o estaciones de bombeo. De esa cifra se considera que corresponden al transporte un 80% del empleo. También se incluyen otros proyectos de ingeniería civil (epígrafe 429) como obras hidráulicas, instalaciones industriales o de parcelación de terrenos, de las que se asigna al transporte un 30%. La pérdida intensa de empleos se ha producido en la construcción de las infraestructuras de carreteras y ferrocarriles.

Tabla 356. F. Construcción

		2008	2012
F42	Ingeniería civil		
421	Construcción de carreteras y vías férreas, puentes y túneles	132.100	81.200
422	Construcción de redes	20.080	20.960
429	Construcción de otros proyectos de ingeniería civil	6.150	5.700
	TOTAL	158.330	107.860

Fuente: Elaboración propia a partir de la explotación de los microdatos de la EPA por el Gabinete Técnico de CCOO. 2014

El Grupo G corresponde al COMERCIO AL POR MAYOR Y MENOR; REPARACIÓN DE VEHÍCULOS A MOTOR Y MOTOCICLETAS. Dentro de este grupo están las actividades relacionadas con la "Venta y reparación de vehículos a motor y motocicletas" (epígrafe G45) donde se incluye la venta de vehículos de motor (epígrafe 451), el mantenimiento de repuestos y accesorios de vehículos de motor (epígrafe 452), el comercio de repuestos y accesorios de vehículos de

motor (epígrafe 453) y la venta, mantenimiento y reparación de motocicletas y de sus repuestos y accesorios (epígrafe 454).

Tabla 357. G. Comercio al por mayor y menor; reparación de vehículos de motor y motocicletas

		2008	2012
G45			
451	Venta de vehículos de motor	83.900	54.800
452	Mantenimiento y reparación de veh. motor	155.100	126.200
453	Comercio de repuestos y accesorios veh. motor	24.700	30.300
454	Venta, mantenimiento y reparación de motocicletas y de sus repuestos y accesorios	6.500	4.000
G47			
473	Comercio al por menor de combustible para la automoción en establecimientos especializados	55.800	54.900
	TOTAL	326.000	270.300

Fuente: Elaboración propia a partir de la explotación de los microdatos de la EPA por el Gabinete Técnico de CCOO. 2014

La sección H - TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO comprende el transporte de personas y mercancías, por ferrocarril, tubería, carretera, agua, aire, y las actividades relacionadas con el mismo, como los servicios de terminales y aparcamiento, la manipulación de mercancías, el almacenamiento, etc., así como el alquiler de equipos de transporte con conductor u operario.

Tabla 358. H. Transporte y almacenamiento

		2008	2012
H49	Transporte terrestre y por tubería		
491	Transporte interurbano de pasajeros por ferrocarril	30.900	29.400
492	Transporte de mercancías por ferrocarril	4.600	2.200
493	Otro transporte terrestre de pasajeros	132.900	117.700
494	Transporte de mercancías por carretera y servicios de mudanza	296.600	220.800
495	Transporte por tubería	600	265
H50	Transporte marítimo y por vías navegables interiores		
501	Transporte marítimo de pasajeros	3.800	5.200
502	Transporte marítimo de mercancías	15.100	8.400
H51	Transporte aéreo		
511	Transporte aéreo de pasajeros	49.200	35.000
512	Transporte aéreo de mercancías y transporte espacial	2.200	3.100
H52	Almacenamiento y actividades anexas al transporte		
521	Depósito y almacenamiento	35.200	23.500
522	Actividades anexas al transporte	121.300	118.800
H53	Actividades postales y de correos		
531	Actividades postales sometidas a la obligación del servicio universal	67.900	62.200
532	Otras actividades postales y de correos	45.600	30.000
	TOTAL	805.300	656.700

Fuente: Elaboración propia a partir de la explotación de los microdatos de la EPA por el Gabinete Técnico de CCOO. 2014

El Grupo K - ACTIVIDADES FINANCIERAS Y DE SEGUROS incluye el epígrafe "Seguros distintos de los seguros de vida", que comprende los seguros de accidente, viaje, de automóviles, embarcaciones, aeronaves y transporte, así como de responsabilidad civil. Para estimar el empleo relacionado con los seguros del transporte se ha procedido a imputar al epígrafe

general que recoge la EPA el porcentaje de las primas de seguro correspondiente a las actividades relacionadas con el transporte.

Tabla 359. K. Actividades financieras y de seguros

		2008	2012
K65	Seguros, reaseguros y fondos de pensiones, excepto Seguridad Social obligatoria	112.000	100.120
K6512	Seguros distintos de los seguros de vida	57.221	51.151

Fuente: Elaboración propia a partir de la explotación de los microdatos de la EPA por el Gabinete Técnico de CCOO. 2014

El sector asegurador del ramo de no vida representó en 2011 algo más de la mitad, tanto del empleo como del negocio asegurador¹¹⁹.

Tabla 360. Volumen de primas brutas del sector asegurador en España, 2011

Rama	Primas (millones euros)	%
Vida	29.856	48,91%
No vida	31.723	51,09%
Total del sector	61.045	100%

Fuente: DGSFP (2012)

Ese campo de los seguros de no vida es en el que se sitúa el sector del seguro del transporte, distribuido del siguiente modo:

Tabla 361. Volumen de primas emitidas por ramas no vida en España, 2011

Ramo	Primas (millones euros)	%
Automóviles	11.270	32,53
Asistencia sanitaria y enfermedad	6.589	20,77
Multirriesgos	6.508	20,52
Decesos	1.734	5,54
Responsabilidad Civil	1.534	4,84
Accidentes	899	2,83
Otros daños a los bienes	964	3,04
Crédito y caución	773	2,44
Transportes	487	1,54
Asistencia	319	1,01
Incendios	182	0,57
Defensa Jurídica	102	0,32
Perdidas Pecuniarias	340	1,07
TOTAL	31.723	100%

Fuente: ICEA (2012)

Del volumen de primas del ramo no vida, corresponden al transporte el ramo de "Automóviles", una parte del ramo de "Responsabilidad Civil" por su relación con la actividad de la construcción de redes de transporte y el ramo propiamente denominado como "Transportes". Agrupando todo ello se puede estimar que corresponden al transporte el 36%

¹¹⁹ La información aparece en el Informe "El sector asegurador ante las transformaciones del Estado del Bienestar". En el capítulo "El Seguro Español en 2011-2012" elaborado por Bermúdez Morata, L., Casanovas Arbo, J y Santolino Prieto, M. Fundación de Estudios Financieros, 2012.

de las primas del sector asegurador no vida. Aplicando ese porcentaje a la dimensión del empleo se estima el que corresponde al sector del seguro al transporte.

Tabla 362. K Actividades financieras y de seguros. Empleo vinculado al transporte

	2008	2012
Total vinculado al transporte	20.600	18.414

Fuente: Elaboración propia a partir de la explotación de los microdatos de la EPA por el Servicio Técnico de CCOO y los datos de la DGFT (2012) y de ICEA (2012)

En cuanto al grupo N- ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS Y SERVICIOS AUXILIARES se asigna al sector del transporte todo el empleo recogido en el epígrafe N77 "Actividades de Alquiler" donde se incluyen las actividades relacionadas con el alquiler de vehículos a motor, de automóviles y vehículos ligeros, camiones, medios de navegación y transporte aéreo (N771, vehículos ligeros en el epígrafe N7711 y camiones en el N772). Pero también se alquilan otros medios de transporte como los aviones (servicios de jet personalizados) y embarcaciones destinadas fundamentalmente al recreo.

Tabla 363. N. Actividades administrativas y servicios auxiliares

		2008	2012
N77	Actividades de alquiler		
N771	Alquiler de vehículos de motor	14.100	13.390
N7711	Alquiler de automóviles y vehículos de motor ligeros (incluye furgonetas)	12.906	12.256
N7712	Alquiler de camiones	220	209
	Subtotal	13.126	12.465
N7734	Alquiler de medios de navegación	371	352
	Alquiler de medios de transporte aéreo	603	573
		14.100	13.390

Fte Elaboración propia a partir de la explotación de los microdatos de la EPA por el Gabinete Técnico de CCOO, 2014. También se han tenido en cuenta las Memorias Anuales del 2008, 2009, 2010, 2011, y 2012 de la Asociación Española de Renting de Vehículos (AER)

Un último grupo a considerar es el P "Educación", en el que se incluyen las autoescuelas y otros centros de educación vinculados al transporte. Una estimación de su orden de magnitud apunta a una cifra de unos 35.000 puestos de trabajo en 2012, un 18% menos que en 2007.

12.2. Empleo en las administraciones públicas

Existe otro empleo relacionado con el transporte que es más difícil determinar debido a que el nivel de desagregación de la EPA con el que se cuenta (tres dígitos) no es suficiente. Se trata de todas aquellas actividades de la Administración Pública que se encuentran al servicio del sistema de transporte desde la planificación, las gestiones para que operen las distintas empresas, la formación y divulgación o la gestión y mantenimiento del sistema. Además hay que tener en cuenta que la información se distribuye por los ámbitos competenciales de la Administración Estatal, Autonómica y Local, lo que complica aún más la búsqueda.

Según el documento "Reforma de las Administraciones Públicas"¹²⁰ los empleos de las diferentes administraciones en enero de 2012 tenían las siguientes magnitudes:

Tabla 364. Personal al servicio de las administraciones públicas (enero 2012)

	Número de empleos
ADMINISTRACIÓN PÚBLICA ESTATAL	581.861
AGE	234.685
Ministerios y Áreas Vinculadas	215.677
Ministerios y OAAA	124.981
Docencia No Universitaria	7.260
Centros Penitenciarios	24.282
Seguridad Social (Entidades Gestoras)	30.217
Patrimonio Nacional	1.410
AEAT	27.527
Agencias Estatales (Ley 28/2006)	16.019
Instituciones Sanitarias Seguridad Social	2.989
Fuerzas y Cuerpos Seguridad del Estado	148.187
Fuerzas Armadas	126.924
Administración de Justicia	24.667
Entes Públicos	47.398
CCAA	1.351.883
Consejerías y OAAA	230.447
Área de Docencia no Universitaria	550.306
Instituciones Sanitarias SNS	505.185
Administración de Justicia	39.373
Fuerzas de Seguridad	26.572
CCLL	597.212
Ayuntamientos	526.248
Diputaciones/Cabildos/Consejos Insulares	70.964
UNIVERSIDADES	154.881
TOTAL	2.685.837

No se dispone de información de cada uno de esos ámbitos de la administración pública como para tener el detalle de los puestos de trabajo públicos vinculados al sistema de transporte. Únicamente se cuenta con información dispersa de algunos organismos.

En el ámbito estatal, se han podido conocer los datos de empleo del Ministerio de Fomento dedicados a la gestión del sistema de transporte. De los 6.282 empleos que tiene el Ministerio junto con el CEDEX y el IGN¹²¹ el 60% está vinculado a dicha actividad:

Tabla 365. Empleo del Ministerio de Fomento, 2012

Organismo	Total
Estructura General	50
D.G. Carreteras	2.093
D.G. Aviación Civil	396
Secretaría General Transporte	27
D.G. Ferrocarriles	149

¹²⁰ Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas. Madrid, 2012.

¹²¹ Datos publicados en el informe "Personal al servicio del Sector Público Estatal" (2012) publicado por el Ministerio de Hacienda y de Administraciones Públicas.

D.G. Marina Mercante	836
D.G. Transporte Terrestre	138
CEDEX	72
TOTAL	3.760

Fuente Sección Estatal Sindical de CCOO

También se pueden asignar al transporte los 14.346 empleos de la Dirección General de Tráfico del Ministerio del Interior, así como una parte de los empleados del Ministerio de Industria, Energía y Turismo (transporte de productos energéticos), del Ministerio de Medio Ambiente (agua, 10%), del Ministerio de Justicia (Fiscalías de Seguridad Vial, 10%¹²²). El Parque Móvil del Estado ocupa a 1.129 personas. Todo ello suma 20.690 empleos vinculados al transporte en la Administración General del Estado y sus organismos autónomos; más de un 6% del total. En caso de separar los empleos de la Dirección General de Tráfico, el porcentaje sería del 5,4%.

En el ámbito de la Administración Autonómica si se aplica esa misma proporción se podrían estimar otros 12.444 empleos. En la Administración Local, el mayor número de empleados vinculados al transporte se concentra en la policía local, cuyas magnitudes estimadas son las siguientes:

Tabla 366. Evolución del empleo de la policía local en los municipios españoles¹²³

Año	Efectivos Policía Local
2005	61.867
2010	66.400

Si se asigna un tercio de la plantilla a aspectos relacionados con el tráfico y la seguridad vial, la cifra de personas dedicadas al transporte en esas plantillas ascendería a alrededor de 22.000. A esa cifra habría que añadir una parte de los empleados, sobre todo en los departamentos de obras, infraestructuras y circulación. Considerando cifras relativas semejantes a las de las administraciones supralocales, el empleo vinculado al transporte ascendería a 32.249 personas.

La publicación "Datos Básicos del Sistema Universitario Español. Curso 2013-2014" del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte indica que el 21% del personal docente (115.332 personas) se dedicaba en el curso 2012-2013 a la rama de Ingeniería y Arquitectura. Suponiendo que de esa rama la mitad está centrada en el transporte, se podrían contabilizar 12.100 empleos con relación a esta actividad.

Tabla 367. Estimación de empleo en las Administraciones Públicas vinculado al transporte (2012)

	Número
Administración General del Estado	20.690
Comunidades Autónomas	12.444
Administración Local	32.249
Policía Local	22.000

¹²² La Memoria de la Fiscalía General del Estado de 2012 (Ministerio de Justicia. Madrid, 2013) ofrece cifras del peso de la actividad del ministerio fiscal con respecto a la seguridad vial. Por ejemplo, mientras que en 2007 los asuntos ingresados e incoados como Diligencias Previa o Urgentes por los delitos contra la seguridad vial sumaba 43.926 casos, cinco años más tarde, en 2012, esa cifra ascendía a 118.186 casos.

¹²³ Los datos de 2005 proceden de la ponencia "La visión estratégica de la Seguridad Local", en el Congreso de Unijepol. Los datos de 2010 proceden de la ponencia "La Seguridad Local: nueva realidad y nuevos retos" de José Francisco Cano de la Vega..

Estudios universitarios	12.100
Total estimación empleo transporte AAPP	99.483

No se ha incorporado aquí los requerimientos laborales derivados de los accidentes de tráfico, por no ser específicos de un puesto de trabajo. Este es el caso de los requerimientos en el sistema sanitario y en el judicial (salvo la Fiscalía de Seguridad Vial contemplada más arriba).

12.3. Los trabajadores autónomos

Entre los trabajadores por cuenta propia se encuentra los **autónomos** que tienen una importante participación en el sistema de transporte. La Ley del Estatuto del Trabajo Autónomo (LETRA) de 20/2007, define a los autónomos como *aquellas personas físicas que realizan de forma habitual y fuera de dirección y organización de otra persona, una actividad económica o profesional a título lucrativo, den o no ocupación a otros trabajadores, así como a los trabajos que, realizados de forma habitual, por familiares de las personas anteriormente citadas, no tengan la condición de trabajadores de cuenta ajena.*

La Encuesta de Población Activa no registra el trabajo autónomo por lo que se ha tenido que recurrir a otras fuentes. Por un lado, la publicación del Ministerio de Trabajo e Inmigración *"Trabajadores autónomos, propiamente dicho, en alta en la Seguridad Social"* basada en los ficheros de afiliados a los regímenes por cuenta propia de la Seguridad Social (Régimen Especial de Trabajadores Autónomos y Mar (2008)¹²⁴. Este estudio permite una aproximación a la cifra global de 3.323.400 trabajadores en el Régimen Especial de Trabajadores Autónomos (RETA) y 15.064 trabajadores agrarios. De los trabajadores inscritos en el RETA, 2.141.717 son trabajadores autónomos "propiamente dicho". Dentro de esta cifra hay 1.730.230 autónomos sin salario y 411.487 con salario.

El estudio incluye el número de autónomos por rama de actividad según la clasificación CNAE del 1993, donde se contemplan aquellas secciones de actividad claramente relacionadas con el transporte. En las secciones donde se engloban otras actividades, se ha aplicado el porcentaje que en cada rama de actividad registra la población asalariada. El Ministerio utiliza los ficheros de afiliados por cuenta propia en alta en la Seguridad Social. Esta publicación está disponible únicamente en formato resumido para los años 2007 y 2012 aportando información general de donde podemos estimar los siguientes supuestos de evolución del trabajo autónomo.

Tabla 368 Evolución del trabajo autónomo

	2007	2008	2012
Nº autónomos propiamente dicho	2.238.772	2.141.714	1.909.916
Evolución del trabajo autónomo			
2007-2008	-97.058 (-4,33%)		
2008-2012	-231798 (-10,82%)		
2007-2012	-328.856 (-14,68%)		

¹²⁴ Mº Trabajo e Inmigración (2008). Secretaria General de Empleo. DG de la Economía Social del Trabajo Autónomo y de la Responsabilidad Social de las Empresas. "Trabajadores autónomos, propiamente dicho, en alta en la Seguridad Social". 31 de Diciembre del 2008. Elaborado por al Subdirección General de la Economía Social, del Trabajo Autónomo y de la Responsabilidad Social de las Empresas.

Estos supuestos se confirman consultando algunos análisis elaborados por el sector del trabajo autónomo. Según la información publicada en www.infoatnos.com, la evolución del trabajo autónomo en España alcanza su máximo histórico en el mes de mayo del año 2008 con 3.409.008 personas dadas de alta en ese régimen. A finales del 2011 la cifra es de 3.106.892 personas inscritas en el Régimen Especial de la Seguridad Social (17,89% de la población ocupada).

Para disponer de una aproximación de los años 2007 y 2012 se estima el empleo autónomo en el transporte a partir de los datos del Ministerio de Trabajo aparecidos en la publicación "*Trabajo autónomo propiamente dicho, en alta en la Seguridad Social*" para el año 2008.

Tabla 369 Caracterización del empleo autónomo por actividad (2008)

Actividad (2008)	Nº autónomos "propiamente dicho"	Nº autónomos relacionados con el transporte
INDUSTRIA MANUFACTURERA	116.638	
FABRICACION DE VEH. MOTOR Y REMOLQUES	568	568
FABRICACION OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE	1.375	1.375
PRODUCCION Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGIA ELECTRICA, GAS Y AGUA	571	
PROD. Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGIA ELECTRICA, GAS Y AGUA	370	185
CAPTACION, DEPURACION Y DISTRIBUCIÓN AGUA	201	101
CONSTRUCCION	304.541	
CONSTRUCCION	304.541	25.977
COMERCIO Y HOSTELERIA	753.410	
VENTA, MANTENIMIENTO Y REPARACION DE VEHICULOS	45.222	45.222
TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y COMUNICACIONES	181.386	
T.TERRESTRE, POR TUBERIA	169.797	169.797
T.MARITIMO DE CABOTAJEY POR VIAS DE NAVEGACION	69	69
T. AEREO Y ESPACIAL	77	77
ACT. ANEXAS A LOS TRANSPORTES, AGENCIAS DE VIAJES	6.255	6.255
CORREOS Y TELECOMUNICACIONES	5.188	5.188
INTERMEDIACION FINANCIERA	37.068	
SEGUROS Y PLANES PENSIONES EXCEPTO S. SOCIAL OBLIGATORIA	2.890	1.231
ACT. INMOBILIARIAS Y DE ALQUILER DE SERVICIOS EMPRESARIALES	216.701	
ALQUILER DE MAQUINARIA Y EQUIPOS SIN OPERARIOS	7.671	3.835
EDUCACION, ACT. SANITARIA, VETERINARIA Y SOCIALES	230.689	7.000
Trabajo autónomo relacionado con transporte		266.880
Total trabajo autónomo propiamente dicho	2.140.758	

Fuente: Ficheros de afiliados a la Seguridad Social

A partir de esta caracterización del sector del trabajo autónomo relacionado con el transporte se estima la evolución de estas cifras para el 2007 y para el 2012 de acuerdo a la dinámica experimentada en relación al volumen global de trabajo autónomo en esos años, es decir un aumento entre el 2008 y 2007 del 4,33% y una disminución del 10,32% entre el 2008 y el 2012.

13. ESTIMACIÓN DE OTROS PARÁMETROS SOCIALES

13.1. La accidentalidad y la exposición al riesgo

La manera en que se producen y registran los accidentes, así como los propios rasgos de los mismos, es tan diferente en cada modo de transporte que las comparaciones y las contabilidades paralelas pueden llegar a ser muy poco operativas y explicativas. Más aún si se tiene en cuenta la diferenciación entre desplazamientos de bienes y mercancías y los desplazamientos de personas

Por ejemplo, en el modo marítimo se producen accidentes con víctimas que tienen que ver con contextos tan variados como la pesca, la inmigración ilegal, el transporte de mercancías o las embarcaciones de recreo. En el modo tubería o transporte de electricidad la accidentalidad no se vincula al transporte de personas. Y, en el modo ferroviario, una parte significativa de la accidentalidad está vinculada a las interferencias con el viario, o también en menor medida a conductas no accidentales como el suicidio, más que a un contexto de inseguridad propio del modo.

Las fuentes de datos de accidentalidad de cada modo son las indicadas en la tabla siguiente, las cuales lo son también de los informes anuales del Ministerio de Fomento titulados "Los transportes y las infraestructuras".

Tabla 370. Fuentes de datos de la accidentalidad en los diferentes modos de transporte

Viaro	Anuario Estadístico de Accidentes de la Dirección General de Tráfico. Ministerio del Interior
Ferroviario	ADIF y operadores de compañías autonómicas de ferrocarril.
Aéreo	Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil (CIAIAC). Informe Anual (desde 2010). Accidentalidad de las aeronaves ultraligeras motorizadas (ULM) en España durante el año 2012
Marítimo	SASEMAR. Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima. Informe Anual

En el caso del modo aéreo los accidentes de ultraligeros no están incluidos en las cifras de la publicación "El transporte y las infraestructuras". En el caso del modo ferroviario no hay datos de los accidentes en los metropolitanos ni en las líneas de tranvías.

En el caso de los accidentes en el viario, los datos de la Dirección General de Tráfico resultan ser proporcionalmente precisos a su gravedad: los fallecidos en accidentes de tráfico se registran con máxima precisión, pero hay numerosos accidentes leves que no quedan reflejados en partes policiales y, por tanto, quedan excluidos de las cifras de los Anuarios de la Dirección General de Tráfico.

Este fenómeno del infraregistro o la infranotificación de accidentes de tráfico con víctimas se ha venido analizando mediante el contraste de las fuentes policiales con las fuentes del sistema sanitario y el sector del seguro. Cada una de dichas fuentes tiene sus puntos fuertes y sus debilidades, pero lo que es indudable es que las cifras de accidentalidad en el modo viario, sobre todo entre los de menor lesividad son bastante superiores a las ofrecidas en las estadísticas de la Dirección General de Tráfico. Uno de los estudios pioneros en España para contrastar las cifras policiales de las hospitalarias llegó a la conclusión de que los heridos que

habían requerido ingreso hospitalario eran un 46% más numerosos que los indicados por los registros de las fuerzas policiales¹²⁵.

Para 2007, la magnitud de ese infraregistro era del 29% según se desprende de los datos ofrecidos en la siguiente tabla en los que también se aprecia que los heridos leves tienen una infranotificación mucho mayor:

Tabla 371. Aproximación al infraregistro de accidentes de tráfico en 2007

Concepto	Fuente	Entidad que suministra el dato	Nº de víctimas
Hospitalizados			
Registros policiales	Anuario DGT	Ministerio del Interior	19.813
Registros sanitarios	CMBDAH	Ministerio de Sanidad y Consumo	25.613
Estadística de síntesis	ESCRI	Ministerio de Sanidad y Consumo	42.072
Atendidos en urgencias			
Estadísticas de síntesis	ESCRI	Ministerio de Sanidad y Consumo	467.979 ¹²⁶
Víctimas no hospitalizadas			
Heridos leves	Anuario DGT	Ministerio del Interior	123.226
Siniestros¹²⁷			
Siniestros con responsabilidad civil por daños corporales	Memoria Social del Seguro 2008	UNESPA	446.292

Abreviaturas:

CMBDAH: Conjunto Mínimo Básico de Datos de Altas Hospitalarias.

DGT: Dirección General de Tráfico

UNESPA: Unión Española de Entidades Aseguradoras y Reaseguradoras

ESCRI: Estadística de Establecimientos Sanitarios con Régimen de Internado

Las bases de datos sanitarias pueden encontrarse en la siguiente dirección electrónica: <http://http://pestadistico.inteligenciadegestion.mssi.es/>

Como se puede observar en la tabla anterior, la atención en los servicios de urgencias del sistema sanitario muestra unas cifras 3,8 veces superiores a la de heridos leves de las

¹²⁵ "Estudio de la Mortalidad a 30 días por Accidentes de Tráfico (EMAT-30)". Grupo de Trabajo sobre la medida del impacto en salud de los Accidentes de Tráfico en España. Dirección General de Salud Pública. Ministerio de Sanidad y Consumo. Madrid, 2004.

¹²⁶ "Las fuentes de información sanitaria. Sistema de información de accidentes de tráfico". Pilar Zori, Dirección General de Tráfico. Tercer Foro de Sistemas de Información del Sistema Nacional de Salud. Madrid, 2009. En esta ponencia se indica una cifra de hospitalizaciones para el año 2007 de 30.283 personas, lo que representa un 52% más que el dato de la DGT. Otra ponencia de 2010, de María Paz Vázquez del Rey de la Torre, también de la Dirección General de Tráfico, presentando la reforma de la Ley de Seguridad Vial en (http://fundacioninade.org/sites/inade.org/files/presentacion_dgt.pdf) indica una cifra para ese mismo concepto, en 2007, de 27.979 personas hospitalizadas, lo que elevaría el porcentaje del infraregistro a un 41%.

¹²⁷ El concepto de siniestro en la terminología del sector del seguro es diferente al de accidente. Un accidente se puede componer de varios siniestros afectados por diferentes coberturas a las que afecta (daños a las personas, a los vehículos, asistencia en viaje, reclamación de daños, etc.).

estadísticas oficiales de las Dirección General de Tráfico y, derivadamente, del Ministerio de Fomento. Los datos del sector del seguro, contabilizados a partir de los siniestros que suponen daños corporales, indican una proporción también 3,6 superior a los datos policiales.

Hay que tener en cuenta, además, que la accidentalidad es un indicador parcial de la seguridad en los desplazamientos; para completar su significado es necesario relacionar la accidentalidad con los parámetros de la movilidad, es decir con el número de desplazamientos, su longitud o su duración. En este trabajo, dado que se han elaborado cifras relativas a las personas-km, se podrían hacer estimaciones del riesgo de cada modo de transporte. Sin embargo, partiendo de esa complejidad de la información de base, se puede comprender que la estimación del riesgo o la exposición al riesgo en los desplazamientos también ha de ser difícil o incluso inconveniente.

Para el modo aéreo, dado que la mayor parte de los accidentes registrados en los años de referencia ocurren en vuelos no comerciales, que no se han tenido en cuenta en la contabilidad de personas-km, no es posible conectar las dos variables. Lo mismo ocurre con el modo marítimo, en el que la accidentalidad mayoritariamente vinculada a embarcaciones de recreo, de pesca y de carga, de manera que no se puede establecer una relación entre el número de víctimas y los personas-km contabilizados tanto en cabotaje como en otras modalidades del transporte de personas por mar.

En definitiva, únicamente se han tenido en cuenta los datos de accidentalidad para la estimación de la exposición al riesgo en el modo viario y, parcialmente, en el modo ferroviario, aprovechándose para ese objetivo las magnitudes de desplazamiento calculadas previamente en otros capítulos de este informe.

Para el caso de los accidentes en el transporte vertical no existen estadísticas contrastadas. Como señala un informe del Observatorio Industrial del Sector de Fabricantes de Bienes de Equipo¹²⁸, “[...] en la mayor parte de los países, la legislación obliga a informar sobre accidentes laborales de los técnicos. Sin embargo, los accidentes de los usuarios constituyen una gran incógnita, pues este tipo de accidentes no se registran en ninguna base de datos pública, tan solo tiene constancia la empresa que realiza la instalación o el mantenimiento, ya que según la normativa vigente, están obligados a disponer de un seguro de responsabilidad civil que este tipo de accidentes”.

Según los datos del sector de la elevación europeo, citados por la fuente anterior, las cifras de víctimas entre los usuarios de los ascensores son relativamente reducidas, generando en toda la Unión Europea unos 300 heridos y 9 muertos al año en el periodo 2001-2006.

13.2. La autonomía en el uso de los vehículos

Disponibilidad de un vehículo de turismo en propiedad o alquiler

Una de las fuentes utilizadas para saber cuántas personas tienen capacidad de tener automóvil es la Encuesta de Condiciones de Vida (ECV); se trata de una estadística armonizada con los países de la Unión Europea que permite el estudio de la pobreza y desigualdad, el seguimiento de la cohesión social en el territorio, el estudio de las necesidades de la población y del impacto de las políticas sociales y económicas sobre los hogares y las personas, así como para

¹²⁸ “El sector de elevación en España: Accidentabilidad y Recolocación”. MCA-UGT. 2010.

el diseño de nuevas políticas. En España es el Instituto Nacional de Estadística quién gestiona y publica los datos; en la actualidad hay información disponible en la página web del INE desde el año 2004. La Encuesta de Condiciones de Vida del 2009 permite conocer el porcentaje de las familias españolas que tenían coche en aquel año y que alcanzaba el 77,4% (13 millones de hogares).

La Encuesta Movilia del Ministerio de Fomento ha sido otra fuente utilizada para conocer la disponibilidad de vehículo de los hogares españoles. Tiene por finalidad dar conocer las pautas de la movilidad de la población al tiempo que facilita información sobre otros aspectos como la disposición de coche por hogar. Los resultados son los siguientes para los años 2000 y 2006:

Tabla 372. Hogares según la disponibilidad de turismos (2000 y 2006)

	2000	%	2006	%
Ninguno	3.804.900	27,6	4.195.100	25,7
Uno	6.197.800	44,9	6.978.100	42,7
Más de uno	5.164.400	27,6	5.164.400	31,6
Total	14.149.100		16.337.600	

Fte. Elaboración propia a partir de los datos de Movilia 2000 y 2006

Esta información se complementa con la existente sobre la capacidad de los hogares para pagar un coche o asumir el coste generado por el mismo. A través de la Encuesta de Condiciones de Vida del 2012 (INE) también se conocen quiénes son los que pueden o no afrontar ese gasto.

Tabla 373. Distribución de los hogares que no pueden pagar el coste de un automóvil

	Todos los hogares	Hogares con paro
2004	7%	15,1%
2007	4,9%	12,9%
2012	5,7%	12,1%

Fte. Elaboración propia a partir de la Encuesta de Condiciones de Vida 2012

La Encuesta de Condiciones de Vida facilita información sobre cómo influyen diferentes condicionantes en la posesión de automóvil: grado de formación, aspectos económicos, distribución territorial, actividad, nacionalidad, tipo de familia, etc. Según esta encuesta se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Únicamente un 7% de los hogares en 2004 y un 5,7% en 2012 no puede acceder al coche por aspectos económicos.
- De acuerdo a los resultados de la consulta, la posesión de automóvil está determinada por el nivel de formación de tal forma que los hogares más motorizados son aquellos cuyos miembros tienen educación superior, sector en el que tan solo entre el 4,3% (2004) y el 2,4% (2012) de las familias no puede permitirse tener coche. Mientras que en los hogares con bajo nivel de estudios (aquellos que han finalizado la educación primaria o secundaria) el porcentaje de los que no pueden acceder a un coche aumenta hasta el 8,3% en 2004 y 7,6% en 2012.
- En relación al tipo familiar son los hogares monoparentales (una persona adulta con uno o más niños) los que peor acceso tienen al coche: un 24,7% en el año 2004 y 15,1% en el 2012.

- La población parada es la que mayores dificultades tiene para acceder a este modo de transporte: entre un 15,1% (2004) y un 12,1% (2012); resulta curioso el dato correspondiente a los jubilados donde únicamente el 4,8% (2004) y el 2,9% (2012) no pueden acceder al coche.
- Por territorios, son las familias de la Comunidad Foral de Navarra (2,7%), Extremadura (2,8%) o Castilla-León (3%) las que menores problemas tienen, frente a Ceuta (18,9%) o Canarias (10,3%) donde este acceso es más difícil.
- En cuanto a la nacionalidad, la población extranjera no comunitaria es la que mayores dificultades tiene: 35,4% en el 2004, 24,3% en el 2012; entre los extranjeros de la Unión Europea entre un 17,8% (2004) y un 8,3% (2012) tienen dificultades para acceder al coche, mientras que entre los de nacionalidad española, los que no pueden acceder al automóvil representan entre un 5,2% (2004) y un 4% (2012).

Disponibilidad de un permiso oficial de conducción del vehículo

Otro de los criterios que ayuda a estimar la autonomía para desplazarse de forma independiente en un vehículo motorizado, es la posesión de un permiso oficial que permita conducir. Se ha acudido a las fuentes estadísticas de la Dirección General de Tráfico del Ministerio del Interior que tiene disponible en su página web www.dgt.es; en concreto ha sido de enorme utilidad el Anuario Estadístico General de los años 1992, 2007 y 2012. En algunos casos el Anuario del 1992 no ofrecía la información suficientemente desagregada por lo que se ha acudido a la edición en papel correspondiente al ejercicio de 1990.

Para relacionar la información estadística de la Dirección General de Tráfico referente a los permisos para conducir vehículos motorizados con el conjunto de la población española, se han utilizado los datos procedentes del Censo de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística.

De esta forma se puede observar que el número de personas con alguna modalidad de permiso de conducción no ha dejado de crecer en los últimos veinte años. Si en 1992 representaban el 39,37% de la población española (con 15,4 millones de conductores), en 2012 esa cifra asciende al 56,45% (con 26,3 millones de conductores).

Ilustración 7. Evolución de la tenencia de permiso de conducir vehículos respecto al total de la población (1992-2012)



Fte. Elaboración propia a partir del Anuario Estadístico General correspondiente a los años 1992, 2007 y 2012. DGT y datos de población (actualización del padrón) para esos años del INE. www.ine.es

El 43,5% de la **población no tiene ningún tipo de permiso de conducción**, lo que supone una cifra de 20,5 millones de habitantes. Entre quienes carecen de permiso se encuentran aquellos a las que una discapacidad física, psíquica o sensorial se lo impide; quienes no tienen recursos

económicos para poder pagar los trámites necesarios para conducir, personas venidas de otras culturas y que no conocen el idioma suficientemente como para poder superar las pruebas; o simplemente quienes no desean esa forma de movilidad.

Este grupo está compuesto por menores de 15 años que representan al 34,47% de los que no tienen ningún carnet (7.069.374 habitantes) y a los que la norma les impide tenerlo, pero también por un buen número de personas mayores de 65 años (35,32%) unos 4.746.324 habitantes. Entre las personas mayores, son las mujeres las que menos permisos tienen, con 4 millones de mujeres sin permiso (29,97% de las personas sin carnet).

Tabla 374. Grupos de población sin permiso de conducción (incluidas licencias de ciclomotor) en 2012

	Hombres	%	Mujeres	%	Total	%
<15 años	3.640.646	51,50	3.428.728	48,50	7.069.374	34,47
>15 años	3.870.919	28,81	9.566.393	71,19	13.437.312	65,53
total	7.511.565	36,63	12.995.121	63,37	20.506.686	

Fte. Elaboración propia a partir de los datos del Anuario estadístico general DGT, 2012. www.dgt.es

Uno de los aspectos analizados a partir de los datos facilitados por la Dirección General de Tráfico en sus Anuarios estadísticos es si existen diferencias en el acceso a la conducción según el género. Se podría pensar que en estos años habría desaparecido la diferencia entre hombres y mujeres en la posesión de permisos, pero no es así. En la actualidad existe una brecha de casi cinco millones de permisos entre hombres y mujeres.

Tabla 375. Evolución de los permisos de conducción (incluidas licencias) según sexo

	Permisos hombres	Permisos mujeres	Total permisos	Diferencia
1992	10.468.879	4.935.759	15.404.638	5.533.120
2007	13.594.166	9.183.491	22.777.657	4.410.675
2012	15.592.738	10.716.492	26.309.230	4.876.246

Tras un siglo de permisos de conducción en España, en 2007, se superó el umbral de la mayoría de la población con algún permiso de conducir. Sin embargo, no ocurre lo mismo cuando se contempla exclusivamente la habilitación para conducir turismos.

Para poder llegar a una aproximación sobre las personas que tienen permiso de conducir turismos se ha realizado un repaso de cada una de las clases expedidas por la Dirección General de Tráfico. Además hay que tener en cuenta que el 27 de junio de 1997 entró en vigor la modificación del Reglamento General de Conductores (RD 772/97/97 de 30 de mayo) por el que cambia la clasificación de los permisos de conducir. La finalidad de esta modificación era simplificar el número de clases de permisos anteriores.

Por esta razón se han hecho corresponder los permisos de conducir turismos en sus diferentes clases en cada uno de los ejercicios consultados 1990, 2007 y 2012.

Tabla 376. Permisos de conducción de turismos (1990)

Permisos de conducir turismos	Nº permisos
B2-EB2-A2 B2. (equivale a BTP). Incluye aquellos permisos que autorizan conducir vehículos de transporte escolar, taxis y prioritarios de hasta 9 plazas, incluida la del conductor, que no pase de 3.500 Kg. A2. Autorizará a conducir motos de cualquier cilindrada con o sin sidecar, triciclos y cuadríciclos (igual a A) Y E+B2.(equivale a B+E), autoriza a conducir transporte escolar, taxis y prioritarios con un remolque de más de 750 kg.	50
B2-EB2-A1 B2. (equivale a BTP). Con autorización para conducir vehículos de transporte escolar, taxis y prioritarios de hasta 9 plazas, incluida la del conductor, que no pase de 3.500 Kg. E+B2.(equivale a B+E). con autorización para conducir transporte escolar, taxis y prioritarios con un remolque de más de 750 kg A1. Si bien autorizará a conducir motos con sidecar de hasta 125cc y hasta 11 Kw y una relación potencia/peso hasta 0,11 Kw/kg	10
B2-EB2 B2. (equivale a BTP). Con autorización para conducir vehículos de transporte escolar, taxis y prioritarios de hasta 9 plazas, incluida la del conductor, que no pase de 3.500 Kg. E+B2.(equivale a B+E). con autorización para conducir transporte escolar, taxis y prioritarios con un remolque de más de 750 kg	42
B2-A2 B2. (equivale a BTP). Con autorización para conducir vehículos de transporte escolar, taxis y prioritarios de hasta 9 plazas, incluida la del conductor, que no pase de 3.500 Kg. A2. (Equivale a A). Autorizará a conducir motos de cualquier cilindrada con o sin sidecar, triciclos y cuadríciclos.	46.975
B2-A1 B2. Equivale a BTP. Con autorización para conducir vehículos de transporte escolar, taxis y prioritarios de hasta 9 plazas, incluida el conductor, que no pase de 3.500 kg. A1. Si bien autorizará a conducir motos con sidecar de hasta 125cc y hasta 11 Kw y una relación potencia/peso hasta 0,11 Kw/kg	974
B2 B2. Equivale a BTP. Con autorización para conducir vehículos de transporte escolar, taxis y prioritarios de hasta 9 plazas, incluida el conductor, que no pase de 3.500 kg.	45.447
B1-EB1-A2 B1. Equivale a B; E+B1: equivale a B+E y A2 (Equivale a A). Autorizará a conducir motos de cualquier cilindrada con o sin sidecar, triciclos y cuadríciclos	1.694
B1-A2 B1. Equivale a B A2. Autorizará a conducir motos de cualquier cilindrada con o sin sidecar, triciclos y cuadríciclos (igual a A)	3.465.186
B1-A1 B1. Equivale a B A1. Si bien autorizará a conducir motos con sidecar de hasta 125cc y hasta 11 Kw y una relación potencia/peso hasta 0,11 Kw/kg	132.364
B1 (equivale a B: permite conducir vehículos a motor que no excedan de 3.500 kg, y cuyo número de asientos, incluido el conductor es igual o inferior a nueve.	9.175.825
BT Equivale a LVA, que autoriza a conducir vehículos especiales agrícolas, autopropulsados aunque la masa y dimensiones excedan los límites ordinarios.	57.795
Subtotal	12.926.362

Fte. Anuario estadístico general 1990, DGT

Tabla 377. Permisos de conducción de turismos en 2007 y 2012

Clases de permisos para conducir turismos	2007	2012
BTP Autorización para conducir vehículos a los que se refiere el artículo 7.3. del Reglamento General de Circulación. Es decir que permite realizar transporte escolar, transporte público de viajeros, cuya masa autorizada máxima no excede los 3.500 kg, y el número de asientos es inferior a nueve, debe tener al menos una experiencia de 1 año del B	125.072	186.066
B Automóviles cuya masa máxima autorizada no exceda los 3.500 kg. y cuyo número de asientos incluido el conductor no excede de nueve. Dichos automóviles podrán llevar enganchado un remolque cuya masa máxima autorizada no exceda de 750 kg. Conjunto de vehículos acoplados compuestos por un vehículo automóvil de los que autoriza a conducir el permiso de la clase B y un remolque, siempre que la masa máxima autorizada del remolque no exceda de la masa en vacío del vehículo tractor. Motocicletas con una cilindrada máxima de 125 cm ³ , siempre que se esté en posesión del permiso de la clase B en vigor, con una antigüedad superior a tres años (RD 1598/2004 de 2 de julio que modifica entre otros el apartado 4 del artículo 6 del Reglamento General de Conductores)	16.595.782	18.073.154
B-A1 A1. Motocicletas ligeras sin sidecar con una cilindrada máxima de 125 cm ³ con potencia máxima de 11 kw y una relación potencia/peso no superior a 0,11 kw/kg	236.006	238.078
B-A-A2 A-Motocicletas con o sin sidecar, triciclos y cuadríciclos de motor A2-Autoriza para conducir motocicletas con una cilindrada máxima de 500 cc, potencia máxima de 35kw, una relación potencia/peso máxima de 0,2 kw/kg y no derivadas de un vehículo con más del doble de su potencia. Se podrá obtener a partir de los 18 años cumplidos o bien habiendo cumplido 2 años de antigüedad con el permiso A1	3.500.796	3.399.564
B-B+E B+E, conjunto de vehículos acoplados compuestos por un vehículo automóvil de los que autoriza a conducir el permiso de la clase B y un remolque cuya masa máxima autorizada exceda de 750 kg siempre que el conjunto no pueda ser conducido con un permiso de la clase B	147.150	274.205
B-B+E-A1 B+E, conjunto de vehículos acoplados compuestos por un vehículo automóvil de los que autoriza a conducir el permiso de la clase B y un remolque cuya masa máxima autorizada exceda de 750 kg siempre que el conjunto no pueda ser conducido con un permiso de la clase B A1. Motocicletas ligeras sin sidecar con una cilindrada máxima de 125 cm ³ con potencia máxima de 11 kw y una relación potencia/peso no superior a 0,11 kw/kg	9.228	11.589
B-B+E-A-A2 B+E, conjunto de vehículos acoplados compuestos por un vehículo automóvil de los que autoriza a conducir el permiso de la clase B y un remolque cuya masa máxima autorizada exceda de 750 kg siempre que el conjunto no pueda ser conducido con un permiso de la clase B A-Autoriza para conducir motocicletas y triciclos de motor. La edad mínima para conseguirlo será de 20 años pero hasta los 21 cumplidos no autoriza a conducir triciclos de motor cuya potencia máxima exceda de 15 kw. A2-Autoriza para conducir motocicletas con una cilindrada máxima de 500 cc, potencia máxima de 35kw, una relación potencia/peso máxima de 0,2 kw/kg y no derivadas de un vehículo con más del doble de su potencia. Se podrá obtener a partir de los 18 años cumplidos o bien habiendo cumplido 2 años de antigüedad con el permiso A1.	231.773	408.223
subtotal	20.845.807	22.590.879

Fte. Anuario estadístico general 2007 y 2012 DGT

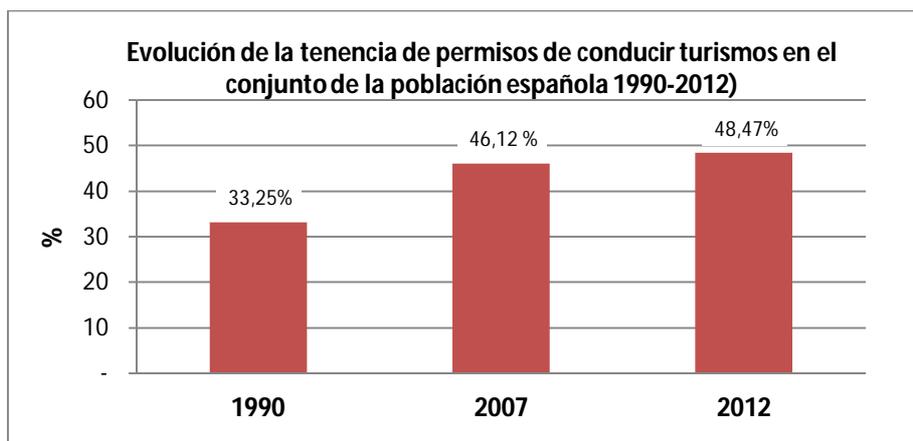
Se puede así calcular la evolución de los permisos de conducir turismos respecto a la población española.

Tabla 378. Evolución de la tenencia de permisos para conducir turismos (1990-2012)

	Nº permisos	% respecto a la población española
1990	12.926.362	33,25%
2007	20.845.807	46,12%
2012	22.590.879	48,47%

Fte. Anuario estadístico general, 1990, 2007 y 2012. DGT

Ilustración 8. Evolución del número de personas con permiso de conducir turismos (1990-2007-2012)



La diferencia entre conductores y conductoras de turismos (2.265.683 personas) es menor que la existente en el conjunto de licencias de conducción.

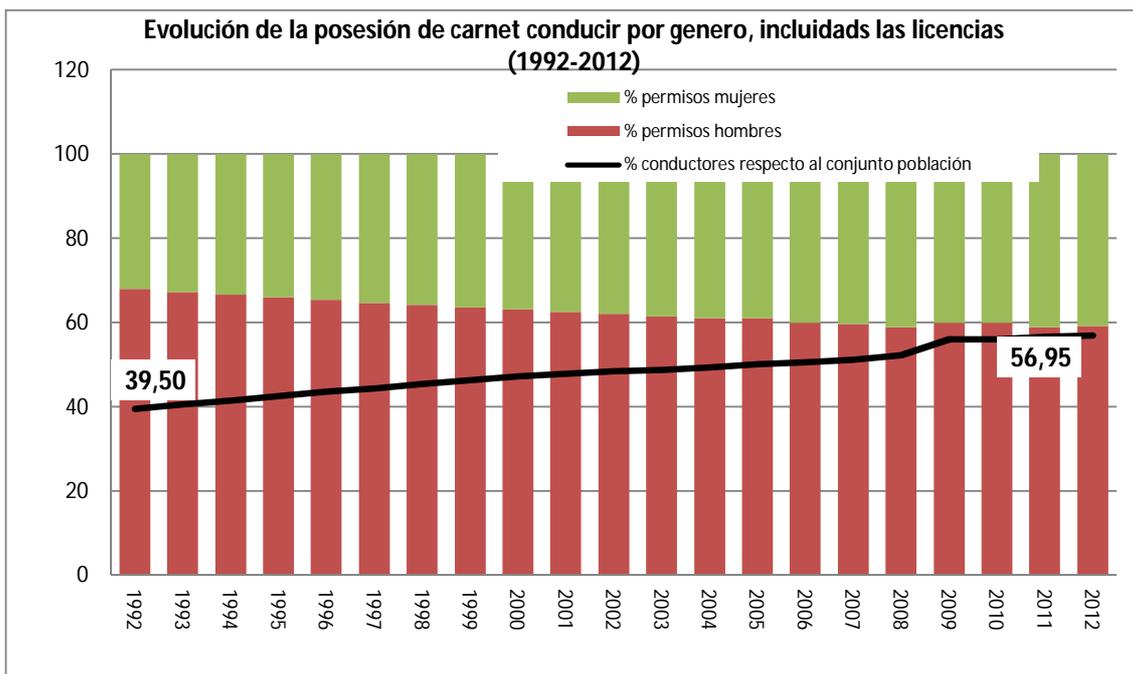
Tabla 379. Evolución de los permisos para conducir turismos por sexo (1990-2012)

	Hombres	%	Mujeres	%	Total
1990	8.568.546	66,29	4.357.816	33,71	12.926.362
2007	11.746.499	56,35	9.099.308	43,65	20.845.807
2012	12.428.281	55,01	10.162.598	44,99	22.590.879

Fte. Anuario estadístico general, 1990, 2007 y 2012. DGT

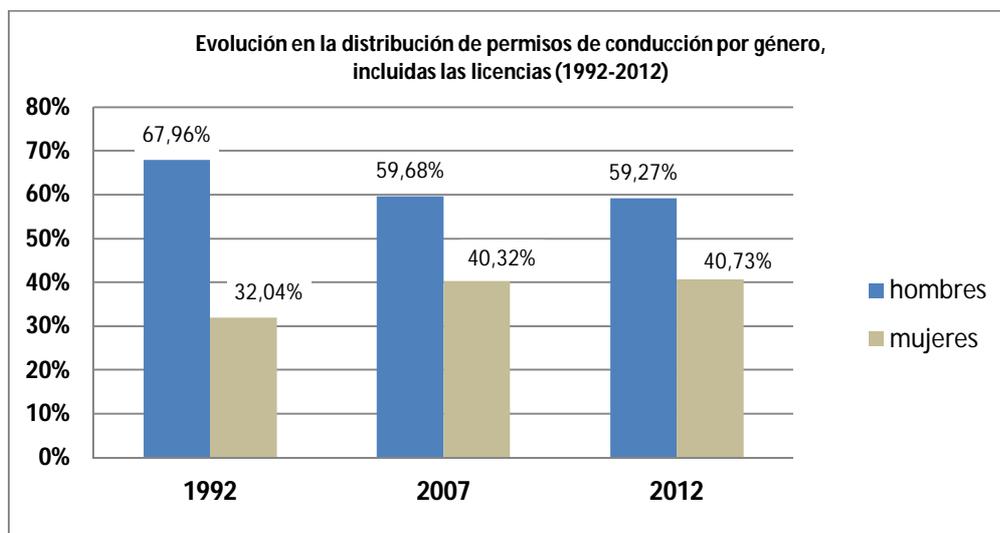
La evolución ha sido fruto de la incorporación de las mujeres a la vida pública y a la actividad productiva. En los últimos veinte años esta tendencia ha sido menos significativa, las mujeres han ganado algunas posiciones (unos 10 puntos desde comienzos de los noventa hasta la actualidad), lo que ha llevado a 5,7 millones de mujeres más con permiso de conducir. Esto ha sucedido en un momento de crecimiento imparable del número de personas conductoras en la sociedad española, tal y como se muestra en la curva de tendencia.

Ilustración 9. Evolución de los permisos de conducir (incluidas licencias) por sexo (1990-2012)



Fte. Elaboración propia a partir de los datos aparecidos en los anuarios estadísticos generales de la Dirección General de Tráfico del Ministerio del Interior. www.dgt.es

Ilustración 10. La distribución de permisos de conducción (incluidas licencias) en 1992-2007 y 2012.

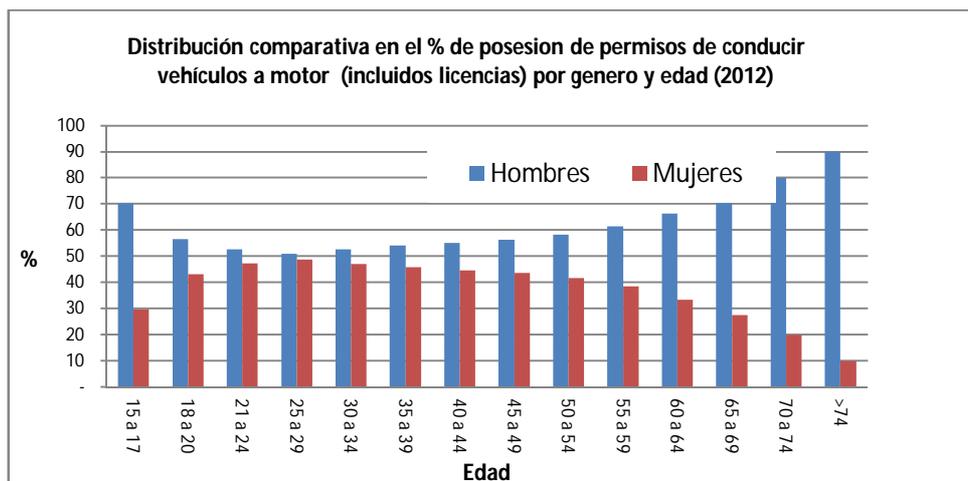


Fte. Elaboración propia a partir de los datos de la DGT para los ejercicios 1992, 2007 y 2012

Sin embargo, el indicador del permiso de conducir describe una parte de la movilidad diferencial por género, pero no refleja si las mujeres, por el simple hecho de tener ese permiso, conducen vehículos a motor, ni la frecuencia con la que lo hacen.

Se ha estudiado detalladamente la distribución comparativa en el porcentaje de posesión de cualquier permiso de conducir vehículos a motor por género y edad para 2012. Se observa como en los grupos entre los 18 y los 49 años la posesión se aproxima. Sorprende la diferencia entre mujeres y hombres en el grupo entre los 15 y 17 años donde los hombres tienen una mayor presencia, esto se debe a los permisos para conducir ciclomotores.

Ilustración 11. Distribución de los permisos de conducción (incluidas licencias) por sexo y edad (2012)



Fte. Anuario estadístico General 2012. Dirección General de Tráfico. www.dgt.es

Los datos detallados sobre la posesión de permisos según el grupo de edad y el sexo se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 380. Posesión de permisos de conducir por grupos de edad y sexo (2012)

edad	Permisos hombres	%	Respecto a los permisos	Permisos mujeres	%	Respecto a los permisos	total	%
15 a 17 años	45.463	0,29	0,17	19.196	0,18	0,07	64.659	0,25
18 a 20 años	347.721	2,23	1,32	265.562	2,48	1,01	613.283	2,33
21 a 24 años	751.735	4,82	2,86	674.508	6,29	2,56	1.426.243	5,42
25 a 29 años	1.138.972	7,30	4,33	1.090.258	10,17	4,14	2.229.230	8,47
30 a 34 años	1.563.976	10,03	5,94	1.396.407	13,03	5,31	2.960.383	11,25
35 a 39 años	1.839.489	11,80	6,99	1.561.901	14,57	5,94	3.401.390	12,93
40 a 44 años	1.748.484	11,21	6,65	1.417.804	13,23	5,39	3.166.288	12,03
45 a 49 años	1.672.747	10,73	6,36	1.292.885	12,06	4,91	2.965.632	11,27
50 a 54 años	1.447.554	9,28	5,50	1.035.460	9,66	3,94	2.483.014	9,44
55 a 59 años	1.224.829	7,86	4,66	767.501	7,16	2,92	1.992.330	7,57
60 a 64 años	1.087.718	6,98	4,13	549.036	5,12	2,09	1.636.754	6,22
65 a 69 años	948.847	6,09	3,61	358.889	3,35	1,36	1.307.736	4,97
70 a 74 años	655.590	4,20	2,49	163.547	1,53	0,62	819.137	3,11
Mas 74 años	1.119.613	7,18	4,26	123.538	1,15	0,47	1.243.151	4,73
Total	15.592.738	100%	59,27%	10.716.492	100%	40,73%	26.309.230	100%

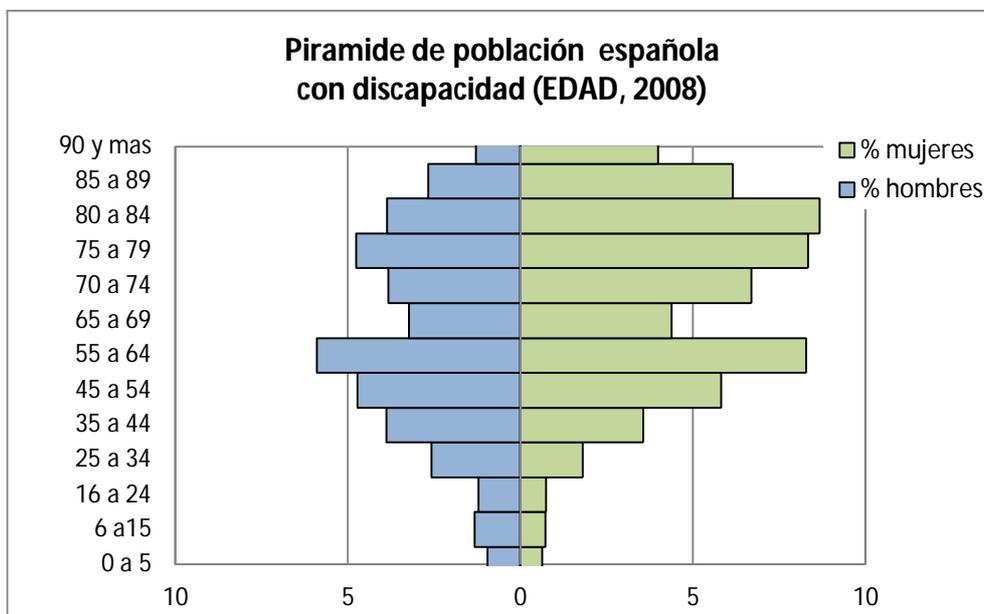
Otro de los aspectos relacionados con la autonomía es la discapacidad. Se ha afrontado este tema mediante diversas fuentes; por un lado, la Encuesta de Discapacidades, Autonomía Personal y Situaciones de Discapacidad, Deficiencias y Estado de Salud (EDAD 2008); y por otro, la Base Estatal de datos de personas con discapacidad, informe 31 de Diciembre del 2011, de la Subdirección General de Planificación, Ordenación y Evolución del IMSERSO, Secretaria de Estado de Servicios Sociales e Igualdad del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. También se ha utilizado la información del Observatorio de la Accesibilidad Universal en el Transporte Interurbano en España, 2012.

Según la EDAD 2008, en España había ese año 3.847.000 personas con discapacidad¹²⁹. Esta cifra se rebaja en el 2011¹³⁰ a 3.367.357, según la Base estatal de Personas con Discapacidad.

¹²⁹ Encuesta de Discapacidad, Autonomía personal y situaciones de dependencia, 2008. INE.

De todas las personas discapacitadas, el 67,2% presenta limitaciones para moverse o trasladar objetos, y al menos la mitad de las personas con discapacidad declaran encontrar obstáculos en la calle que les impiden un normal desplazamiento. La distribución por edades y sexo de esas personas es la siguiente:

Ilustración 12. Pirámide de la población española con discapacidad (2008)



Fte. Encuesta de Discapacidades, Autonomía Personal y Situaciones de Discapacidad, Deficiencias y Estado de Salud, (EDAD2008)

Tabla 381. Población con alguna discapacidad o limitación por edad y sexo (2008)

Grupos población	Hombres	% Hombres	Mujeres	% Mujeres	TOTAL
0 a 5	36.400	0,95	2.400	0,62	60.400
6 a 15	50.700	1,32	27.600	0,72	78.300
16 a 24	46.500	1,21	28.600	0,74	75.100
25 a 34	98.800	2,57	69.800	1,81	168.700
35 a 44	149.400	3,88	13.700	3,56	286.500
45 a 54	181.900	4,73	224.100	5,82	406.000
55 a 64	227.100	5,9	318.700	8,28	545.800
65 a 69	124.200	3,23	168.600	4,38	292.800
70 a 74	147.500	3,83	257.200	6,68	404.700
75 a 79	183.200	4,76	320.600	8,33	503.800
80 a 84	148.600	3,86	333.900	8,68	482.600
85 a 89	103.200	2,68	236.600	6,15	339.800
90 y mas	5.000	1,3	153.400	3,99	203.400
Total	1.547.700	(40,22%)	2.300.200	(59,78%)	3.847.900

*Nota-- Los datos correspondientes a celdas con menos de 5.000 personas han de ser tomados con precaución, ya que pueden estar afectados de elevados errores de muestreo.
Fuente: Instituto Nacional de Estadística*

¹³⁰ Base Estatal de datos de personas con discapacidad. Informe 31 de diciembre del 2011. Subdirección General de Planificación, Ordenación y Evaluación de IMSERSO. Secretaria de Estado de Servicios Sociales e Igualdad. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad.

Una parte de las cifras de discapacidad son el resultado de los accidentes de transporte, especialmente los de tráfico; en concreto 78.691 personas tienen discapacidades debido a un accidente de tráfico (EDAD, 2008)¹³¹.

Para analizar la autonomía de los niños se utilizó el estudio "Los niños, las ciudades y la seguridad vial: una visión a partir de la investigación". Cuadernos de Reflexión. Actitudes. Alonso, F, Esteban, C, Calatayud, C, Alamar, B. Con la colaboración de INTRAS. Universitat de València. 2009. (Fundación de Audi para la seguridad vial).

Como ya se ha señalado anteriormente, los menores de 15 años son 7.069.374 habitantes lo que representa un 15% de la población española, y un 34,47% de las personas que no tienen ningún tipo de permiso de conducir; es decir, no pueden desplazarse de forma autónoma en modos motorizados. Solo a partir de los 15 años pueden conducir ciclomotores. Por lo tanto, la gran mayoría de los menores de 18 años depende de adultos para el desplazamiento en medios motorizados.

Aunque algunos estudios señalan que el 90% de los menores tienen su centro de estudios en el mismo municipio en el que residen, y este indicador podría favorecer comportamientos más sostenibles, lo cierto es que un 49% de ellos se trasladan en modos motorizados transportados por adultos. Entre estos, el coche agrupa al 49% de los usuarios, el bus escolar el 9% y el transporte público el 2%¹³².

El caso de la autonomía de las personas mayores es también interesante. El envejecimiento demográfico repercute en las características de la movilidad general y de la movilidad motorizada. A diferencia de lo que ocurría hace algunos años, en este momento el umbral de los 65 años no parece ser el techo en que las personas dejan de conducir¹³³. En 2012 había 2.095.845 conductores más que en 1998, con edades por encima de los 65 años. El 25% de los hombres y el 39% de las mujeres por encima de esa edad con carnet no conducen ni siquiera de manera esporádica. Los conductores no activos se incrementan significativamente a partir de los 75 años cuando el 41% de los mayores con carnet ya no conduce (38,7% en el caso de los hombres y 63% de las mujeres).

13.3. El tiempo dedicado al transporte

El tiempo que se dedica al transporte es la combinación de tres fracciones diferentes:

- tiempo de desplazamiento
- tiempo virtual
- tiempo parásito

¹³¹ Encuesta Nacional de Discapacidad, Autonomía Personal y Situaciones de Dependencia (EDAD2008).

¹³² Estudio "Los niños, las ciudades y la seguridad vial: una visión a partir de la investigación". Cuadernos de Reflexión. Actitudes. Alonso, F, Esteban, C, Calatayud, C, Alamar, B. Con la colaboración de INTRAS. Universitat de València. 2009. Fundación de Audi para la seguridad vial.

¹³³ Mayores al volante. RACC, mayo 2013.

El **tiempo de desplazamiento** es, como su nombre indica, la suma de las horas de desplazamiento que corresponden a los diferentes medios de locomoción. Mientras que las horas de trabajo necesarias para poder pagar el uso de dichos medios en su ciclo completo se denominan aquí como **“tiempo virtual”** empleado en el transporte.

Por último, las horas dedicadas a los vehículos y a la gestión de los desplazamientos, con actividades como la atención, elección y limpieza, la gestión de los permisos de conducción, la adquisición de billetes, forman en las presentes cuentas lo que se denomina como **“tiempo parásito”**.

El modo más directo y simplificado para estimar las horas de desplazamiento convencionales consiste en combinar la información de los recorridos anuales en cada medio de transporte con sus velocidades medias.

Tabla 382. Velocidades de referencia de cada medio de transporte

	2007	2012	Fuente
Automóvil (interurbano)	86,66	89,93	Ministerio de Fomento
Autobús (interurbano)	78,66	81,61	Ministerio de Fomento
Motocicleta (interurbano)	86,66	89,93	Ministerio de Fomento
Automóvil (urbano)	24,15	24,15	Informe Anual de la Movilidad. Ayuntamiento de Madrid
Autobús (urbano)	12,3	12,3	Observatorio de la Movilidad Metropolitana
Moto y ciclomotor (urbano)	24,15	24,15	Informe Anual de la Movilidad. Ayuntamiento de Madrid
Peatonales	4	4	Estimación propia
Bicicleta	12	12	Estimación propia
Ferrocarril convencional	99	99	Observatorio del Ferrocarril
Metro	27,5	27,6	Observatorio de la Movilidad Metropolitana. Dato de Barcelona extrapolado al resto
Tranvía	18	18,5	Observatorio de la Movilidad Metropolitana. Dato de Barcelona extrapolado al resto
Ascensores	0,72	0,72	Estimación propia
Tráfico aéreo interior	650	650	Estimación propia
Tráfico aéreo internacional	700	700	Estimación propia
Tráfico marítimo interior	35,18	35,18	Estimación propia
Tráfico internacional marítimo	41,8	41,8	Estimación propia

El resultado es una duración de los desplazamientos en todos los medios de transporte (interior y exterior) de aproximadamente 465 y 430 horas en los años 2007 y 2012 respectivamente. Para contrastar esas cifras se puede acudir a la encuesta de movilidad denominada Movilia, realizada por el Ministerio de Fomento en 2006-2007, cuyos resultados fueron los siguientes:

Tabla 383. Tiempo (minutos) dedicado a los desplazamientos (2006-2007)

	Persona / día	Persona / año
Laborables (252 días)	61	15.372
Festivos (113 días)	57	6.441
Todos	118	21.813

Fuente: Movilia 2006-7. Ministerio de Fomento

Es decir, 364 horas anuales o una hora diaria, inferior al calculado a través del método antes expuesto. Con independencia de las diferencias en la cifra total, es significativo que el tiempo de desplazamiento varía ligeramente con el tamaño de la población del siguiente modo.

Tabla 384. Tiempo (minutos) dedicado a los desplazamientos según tamaño del municipio. Día laborable

	Persona/día
Menos de 10.000 habitantes	54
de 10.000 a 50.000 habitantes	60
de 50.000 a 500.000 habitantes	63
Más de 500.000 habitantes	71
Total	61

Fuente: Movilia 2006-7. Ministerio de Fomento

Para estimar el “tiempo virtual” dedicado a los desplazamientos el punto de partida son los requerimientos monetarios que exigen los diferentes medios de transporte, a los cuales se les aplica el salario medio de la población española.

Tabla 385. Salario anual medio (2012)

Total	Hombres	Mujeres
22.726	25.682	19.537

Fuente: Encuesta Anual de Estructura Salarial. INE

De ese modo, el tiempo dedicado a trabajar para soportar el sistema de transporte, repartido entre toda la población, fue de 245 horas en el año 2012.

Una estimación semejante se puede hacer para calcular el tiempo necesario para el uso de los automóviles. El precio medio de un turismo en España era en el año 2012 de 20.144€¹³⁴, una cifra algo inferior a la del salario mediano bruto, situado en ese mismo año en 22.726 €¹³⁵, lo que representa un salario medio pagado de 12,6 euros/hora. Dado que el coste estimado en el capítulo monetario para un turismo es de 4.166 euros al año (31,8 euros por cada 100 km), el tiempo de trabajo que se requiere para pagar dicho vehículo es de 331 horas al año.

Las revistas y webs especializadas realizan estimaciones del coste por kilómetro con otra metodología, llegando a cifras más elevadas. Así, por ejemplo, para un turismo Volkswagen Golf TDI 105, la página web de Ecomovilidad (www.ecomovilidad.net) estima un coste de 37

¹³⁴ Ese fue el precio medio efectivo (con descuentos) estimado por FACONAUTO según nota de prensa (17/01/2013). Otras fuentes estiman el precio medio en 19.474 euros, <http://www.coches.net/noticias/precio> (19.junio 2012). Por último, según el “Balance de la Automoción 2012” de la consultora de investigación de mercados TNS Spain, a diciembre de 2012 el precio medio del automóvil matriculado en España era de 18.841€. Según FACONAUTO el precio medio efectivo (con descuentos) fue en 2012 de 20.144€.

¹³⁵ Encuesta Anual de la Estructura Salarial 2012. Instituto Nacional de Estadística. www.ine.es

euros/100 km si se recorren 20.000 km al año y de 69 euros/100 km si el recorrido anual es de 10.000 km.

Junto a ese tiempo virtual requerido por el automóvil, se puede estimar el dedicado de modo directo al desplazamiento. En este caso, para las velocidades medias de referencia en el ámbito urbano y en el interurbano, teniendo en cuenta los kilómetros recorridos en cada uno de ellos, las horas por turismo son 260, de las cuales 92 son en carretera y 168 en viario urbano.

Para acotar la dimensión del tiempo "parásito", es decir, el empleado en el acceso, operaciones de aparcamiento, limpieza, reparaciones, selección del vehículo, etc., se ha estimado que cada desplazamiento en automóvil conlleva, como mínimo, un tiempo de acceso y aparcamiento de cinco minutos, lo que se traduce en unas 67 horas anuales por vehículo de turismo. A ello se añaden otras 8 horas en las mencionadas tareas de gestión y mantenimiento del vehículo.

Por último, cabe mencionar el tiempo dedicado al transporte por parte de los propios conductores profesionales (taxistas, camioneros, maquinistas de tren, revisores, tripulación de vuelo, etc.). Para estimar las horas de desplazamiento de esas personas se ha partido de las cifras de recorridos anuales de cada medio de transporte, considerando en cada caso la ocupación y el número de personas que forman parte de las tripulaciones. El único submodo que ha requerido un cálculo diferente es el sector del taxi, estableciéndose un número de 2.400 horas anuales de trabajo para los 60.000 taxistas del país.

14. MÉTODOS PARA LAS ESTIMACIONES MONETARIAS

14.1. Los costes globales

El análisis de los costes monetarios de cada modo de transporte recorre el conjunto de actividades que hacen posible los desplazamientos de personas y mercancías, es decir, atraviesa toda la cadena de formación de valor desde la fabricación de vehículos a la construcción de infraestructuras, pasando por el propio desplazamiento y los sistemas de gestión del mismo.

Bajo ese marco, la estimación de los costes monetarios de producción del transporte en España tiene diferentes aproximaciones en función de las peculiaridades técnicas y organizativas de cada modo. En el presente trabajo se ha realizado una aproximación a las principales magnitudes del modo viario, por ser el de mayores dimensiones y el que suele escapar a la comprensión global del ciclo completo que lo conforma. En los demás modos es más sencillo incorporar el conjunto de fases de la actividad añadiéndoles las correspondientes a la intervención pública, bien a través de la gestión del sistema, bien a través de las inversiones o subvenciones que en cada caso se realicen.

Viario

En este modo los criterios de incorporación de costes aplicados son los siguientes:

- * se incluyen los costes de todos los vehículos utilizados en España y sólo éstos, independientemente del lugar en que han sido fabricados
- * se incluyen los costes de todos los repuestos, combustibles y servicios utilizados en los desplazamientos, también con independencia de su origen
- * se incluyen los costes de todas las infraestructuras necesarias para la realización de los desplazamientos, incluyendo el imprescindible aparcamiento de los vehículos
- * se incluyen los costes de todas las actividades de gestión que garantizan o permiten el funcionamiento de los diferentes medios de transporte que configuran el modo viario
- * se incluyen, por último, todos los gastos que dan respuesta a los problemas generados por el funcionamiento del sistema como los accidentes y las causas judiciales

Para la aproximación a los costes monetarios del modo viario, se puede suponer que los flujos de la actividad se enmarcan en relaciones mercantiles, de manera que las entradas y salidas, es decir, la producción y consumo de desplazamientos, deben estar en equilibrio. De ese modo, se pueden calcular los costes monetarios por dos caminos: desde el lado de la producción o desde el lado del consumo, según sea más operativo el acopio de datos.

Sin embargo, la mayor dificultad que se afronta por esos dos caminos es la existencia de dos tipos de actividad bien diferenciadas en su aspecto económico-monetario:

- los **servicios de transporte** que se compran a los diferentes operadores, que unifican sus costes agregados a través de la facturación
- el **uso de los vehículos privados**, que únicamente requiere la disponibilidad del vehículo y no se materializa en una relación mercantil, sino en un amplio conjunto de actividades mercantiles dispersas

En el primer caso, se estima el valor de la producción de servicios, bien directamente a través de las correspondientes estadísticas económicas y empresariales, bien indirectamente a través de los impuestos que generan como el IVA o el Impuesto Especial sobre Matriculación de Vehículos

Automóviles. El coste final de cada servicio engloba todos los costes acumulados en la cadena de valor, de manera que es suficiente estimar el monto total de la producción en la etapa final o de consumo-producción de cada modo para tener una imagen completa del mismo.

En el segundo caso, en la estimación de los costes de los vehículos privados, existen dos aproximaciones diferentes. Como se ha señalado en muchos otros capítulos de este trabajo, una opción es de abajo a arriba y la otra de arriba a abajo:

- de abajo a arriba: a través de los costes medios por kilómetro que tiene el funcionamiento del parque de vehículos, estimados en las publicaciones del sector; con ello se puede desagregar, para cada medio de transporte, la parte de la producción económica de los sectores a los que las personas que utilizan los vehículos va adquiriendo bienes o servicios (reparaciones, combustibles, repuestos, seguros, etc.).
- de arriba a abajo: a través de la distribución de las facturaciones de los diferentes proveedores de servicios entre los diversos medios y segmentos que los utilizan

La principal dificultad que presenta la primera opción es la fiabilidad de las estimaciones publicadas para representar, no tanto un vehículo y un comportamiento tipo, sino un vehículo y un comportamiento promedio de todo el parque.

Por su parte, la principal dificultad que presenta la segunda opción es poder estimar con suficiente precisión, a partir de las facturaciones globales, las asignaciones parciales, evitando especialmente las dobles contabilidades y redundancias. Por ejemplo, evitando contabilizar los repuestos o los combustibles que emplean los vehículos de transporte público dos veces: en las facturaciones que realizan, que incorporan ya esos costes, y en la facturación general de los sectores de suministro de repuestos y combustibles, a partir de las cuales se pueden estimar los costes de los vehículos de uso privado.

Para esa tarea se ha contado con una explotación, al máximo nivel de detalle que permite el secreto estadístico, de los "Resultados económicos y Tributarios en el I.V.A."¹³⁶, que permite conocer la dimensión global de la facturación de algunos ámbitos de la actividad del transporte.

Mención aparte requieren los costes de las inversiones estatales en infraestructuras, subvenciones y gestión del sistema de transporte, pues se incorporan de un modo "invisible" a los costes de los desplazamientos. La importancia de esas partidas suscita la conveniencia de establecer un balance fiscal que establezca por un lado el conjunto de gastos de las administraciones públicas y, por otro, los ingresos derivados de los impuestos y tasas que gravan de un modo específico las actividades vinculadas al transporte.

Siguiendo la propia estructura de las fases del ciclo global del transporte, los costes monetarios que se incorporan al modo viario serían los siguientes, con indicación de la fuente y algunas observaciones sobre los cálculos realizados en cada caso:

Tabla 386. Fuentes de los costes monetarios imputados a la adquisición o alquiler de vehículos transporte en el modo viario

Concepto	Fuente y observaciones
Venta de automóviles nuevos	El precio medio es el estimado por FACONAUTO en cada año y el

¹³⁶ La explotación detallada de esos registros estadísticos ha sido elaborada por la Agencia Estatal de Administración Tributaria para el Observatorio del Transporte y la Logística del Ministerio de Fomento.

	número de vehículos matriculados los registrados por la Dirección General de Tráfico (Anuario Estadístico). De esa cifra de matriculación se estima que el 10% se destina a las empresas de alquiler y taxis, lo que obliga a minorar en esa proporción el total de ventas, con el fin de evitar la doble contabilidad.
Venta de motocicletas y ciclomotores nuevos	El número de matrículas es el registrado por la patronal del sector (ANESDOR), mientras que el precio se estima a partir de la selección del modelo más representativo de cada categoría y la asignación de un precio a partir de la base de datos de la página web: http://www.motofichas.com
Venta de bicicletas nuevas	El precio de las bicicletas vendidas en 2007 es el estimado por COLIBI (la patronal europea del sector) en su informe "European Bicycle Market (2009)". Mientras que la cifra de ventas de 2007 se deduce de los datos del Boletín Económico del ICE (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio) en el que se refleja tanto la producción nacional como el balance de la importación y exportación. Para 2012 la fuente del precio medio y del número de bicicletas vendidas es el informe de AMBE (Asociación de Marcas y Bicicletas de España) titulado "Cifras del Sector Ciclismo (2013)".
Alquiler de automóviles y bicicletas	Agencia Estatal de Administración Tributaria a través de sus estadísticas del IVA tributado.

Tabla 387. Fuentes de los costes monetarios de las infraestructuras viarias

Concepto	Fuente y Observaciones
Redes viarias y aparcamientos privados (construcción y mantenimiento)	El total de plazas nuevas de aparcamiento se deduce en cada año de las Estadísticas de la Construcción del Instituto Nacional de Estadística, que especifican el número de plazas de garaje en nuevas edificaciones (de vivienda o no) visadas cada año. El precio medio estimado por cada plaza de aparcamiento es de 4.000 euros. Del total de los aparcamientos, un 5% se considera que no forman parte del sector privado. Se considera que los costes de las redes viarias privadas alcanzan el 50% de la cifra estimada para los aparcamientos.
Guardia y custodia vehículos en garajes, parkings y solares	Agencia Estatal de Administración Tributaria a través de sus estadísticas del IVA tributado. Se estima que el 15% de la facturación se corresponde con las empresas de alquiler.
Explotación autopistas y túneles peaje	Agencia Estatal de Administración Tributaria a través de sus estadísticas del IVA tributado. Se estima que el 21 y el 18% de la facturación, en 2007 y 2012 respectivamente, se corresponden con los vehículos pesados, ponderando la Intensidad Media Diaria registrada en el Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento con un incremento de la tarifa del 50%.

Tabla 388. Fuentes de los costes monetarios de los desplazamientos en el modo viario

Concepto	Fuente y Observaciones
Facturación de empresas de buses por carretera y urbanos	Agencia Estatal de Administración Tributaria a través de sus estadísticas del IVA tributado.
Facturación del transporte de mercancías	Agencia Estatal de Administración Tributaria a través de sus estadísticas del IVA tributado.

Gasolina y gasoil empleados en turismos, motos y ciclomotores	Los datos de CORES (Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos) permiten conocer tanto el precio medio como el volumen de combustible comprado en cada año. Se considera que el consumo de combustible de los taxis (salvo GLP no contemplado) se compensa con el de las furgonetas empleadas de modo privado.
Facturación de autotaxis	Agencia Estatal de Administración Tributaria a través de sus estadísticas del IVA tributado.
Mudanzas	Agencia Estatal de Administración Tributaria a través de sus estadísticas del IVA tributado. Considerando que se realiza el 80% en el modo viario.

Tabla 389. Fuentes de los costes de la gestión del sistema viario

Concepto	Fuente y Observaciones
Venta de repuestos para automóviles y dos ruedas	Según la Asociación Española de Fabricantes de Equipos y Componentes para Automoción (SERNAUTO), en 2007 el mercado del recambio está conformado por una producción nacional de 4.138 millones e importaciones por valor de 1.587 millones. La memoria 2012 de la misma asociación ofrece una distribución de facturación de 4.086 y 1.549 millones de euros para la producción nacional y la importación respectivamente. Se considera que únicamente el 20% de la facturación del sector se puede atribuir al consumo privado al margen de las facturaciones de las empresas de reparación. Según el balance de la automoción 2012 de TNSpain, el 28% de la venta de recambios o piezas se corresponde con la venta directa o automantenimiento.
Reparaciones automóviles y dos ruedas	Agencia Estatal de Administración Tributaria a través de sus estadísticas del IVA tributado. Se considera que el 80% de las cifras del sector se corresponden con el consumo de los vehículos privados de cuatro y dos ruedas.
Seguros de automóviles RC y otras garantías	Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones del Ministerio de Economía y Hacienda. El 5% de las primas se considera que corresponden a automóviles de alquiler.
Venta de accesorios de bicicletas	AMBE (Asociación de Marcas y Bicicletas de España) consideraba en 2013 que las ventas de accesorios constituyen el 40% de la facturación total del sector.
Engrase y lavado de vehículos	Agencia Estatal de Administración Tributaria a través de sus estadísticas del IVA tributado. Se considera que el 80% de las cifras del sector se corresponden con el consumo de los vehículos privados de cuatro y dos ruedas.
Inspección Técnica de Vehículos	Agencia Estatal de Administración Tributaria a través de sus estadísticas del IVA tributado. Se considera que el 80% de las cifras del sector se corresponden con el consumo de los vehículos privados de cuatro y dos ruedas.
Tasas de Tráfico	Dirección General de Tráfico del Ministerio del Interior. Se considera que el 80% del total se corresponde con el uso de los vehículos privados y, por tanto, no se internalizar en las cuentas de las empresas del sector.
Multas	Dirección General de Tráfico del Ministerio del Interior para el año 2007. Las cifras de 2012 proceden de la intervención de María Seguí en el Congreso de Diputados (El País 9 de abril de 2014). Se considera que el 90% del total se corresponde con el uso de los vehículos privados. La cuantía de las multas impuestas por las fuerzas policiales adscritas al Servei Català de Transít se deducen de los Presupuestos de la Generalitat de Catalunya. Las cifras

	correspondientes a las multas impuestas por la Dirección de Tráfico del Gobierno Vasco proceden de los Presupuestos de la Comunidad Autónoma de Euskadi. Por último, se estima que la cuantía de las multas impuestas por el resto de las fuerzas policiales al servicio del tráfico, se eleva a dos terceras partes de las cifras de la Dirección General de Tráfico.
Autoescuelas	La estimación se realiza a partir de las cifras de nuevas expediciones de permisos de conducción ofrecidas por la Dirección General de Tráfico del Ministerio del Interior y del coste medio de obtención de dichos permisos en las autoescuelas estimado a partir de la información publicada por FACUA-Consumidores en Acción (www.facua.org) en análisis comparativos realizados en 2007 y 2012. Se considera que el 80% de la formación se deriva al uso de los vehículos privados.
Depósito de vehículos	Agencia Estatal de Administración Tributaria a través de sus estadísticas del IVA tributado. Se considera que el 80% de las cifras del sector se corresponden con el uso de los vehículos privados de cuatro y dos ruedas.
Servicios de integrales de correos y telecomunicaciones	Agencia Estatal de Administración Tributaria a través de sus estadísticas del IVA tributado. Se considera que el 50% de las cifras del sector se corresponden con el modo viario.
Servicios de mensajería y reparto de correspondencia	Agencia Estatal de Administración Tributaria a través de sus estadísticas del IVA tributado. Se considera que el 80% de las cifras del sector se corresponden con el modo viario.

Los gastos de la gestión de los residuos de los vehículos están incorporados a los costes de los fabricantes, pues en aplicación de la Directiva 2000/53/CE y su Real Decreto de transposición en España (R.D. 1383/2002) son éstos los que asumen los mencionados costes. Como señalaba el Plan Nacional de Vehículos al final de su vida útil (2001-2006)¹³⁷, “los operadores económicos (fabricantes, vendedores, distribuidores, aseguradores,...) deberán asumir la obligación de recuperar y valorizar los Vehículos Fuera de Uso y ello a coste cero para el propietario final”.

Otros modos de transporte

La magnitud de los flujos monetarios que atraviesan los demás modos de transporte se ha obtenido a partir de las siguientes fuentes:

Modo	Fuente
Ferrocarril	Anuario del Ministerio de Fomento y Liquidación de presupuestos de las Comunidades Autónomas
Aéreo	AENA. Anuario del Ministerio de Fomento y Agencia Estatal de Administración Tributaria a través de sus estadísticas del IVA tributado.
Marítimo	Anuario “El transporte y los servicios postales” y Agencia Estatal de Administración Tributaria a través de sus estadísticas del IVA tributado
Tubería energética	Facturación de Enagas y Corporación Logística de Hidrocarburos
Transporte electricidad	Red Eléctrica de España. Informe de Gobierno Corporativo
Ascensores	Agencia Estatal de Administración Tributaria a través de sus estadísticas del IVA tributado para la instalación de ascensores e informes de la consultora

¹³⁷ Resolución de 25 de septiembre de 2001, de la Secretaría General de Medio Ambiente, por la que se dispone la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros de 3 de agosto de 2001. BOE núm.248 del martes 16 octubre 2001.

	DBK de la facturación del sector del mantenimiento y la reparación
Tubería agua	Precios y costes de los Servicios del Agua en España. Ministerio de Medio Ambiente para el agua empleada en la agricultura. Informes de la consultora DBK sobre la facturación del sector del agua urbana e industrial. Se ha supuesto que el coste del transporte representa el 50% del total. No se ha podido disponer de datos correspondientes al transporte de aguas residuales.

14.2. Los costes unitarios

Los costes unitarios de los desplazamientos son el resultado de repartir los costes totales de cada medio o modo entre las distancias recorridas en cada tipo de vehículo o modo. Pero también se pueden obtener de las tarifas medias registradas en los diferentes servicios de transporte.

En el caso de los turismos, cuyo precio medio en España era en el año 2012 de 20.144€¹³⁸, se pueden calcular los costes por kilómetro como hacen las revistas especializadas del automóvil, pero con los datos ofrecidos por estas Cuentas, obteniéndose los resultados siguientes:

Tabla 390. Coste en euros por cada 100 km del desplazamiento en un turismo medio (2012)

Cifras de referencia		€ por 100 km	%
Costes por adquisición del vehículo por km		12,0	37,6
Adquisición del vehículo (€)	20.194		
Periodo amortización (años)	13		
km totales al año	13.423		
km en toda la vida útil	170.402		
Coste de adquisición anual (€)	1.553		
Coste impuestos de matriculación y transmisiones (€)	53		
Coste de mantenimiento y reparación		5,2	16,4
Coste reparaciones, repuestos y mantenimiento (€)	561		
Recorrido entre sustituciones de neumáticos (km)	40.000		
Precio medio de los neumáticos (€)	420		
Coste de cambio de neumáticos en toda la vida útil (€)	1.789		
Coste anual del cambio de neumáticos (€)	138		
Costes de gestión		4,8	15,0
Coste medio de los seguros (€)	462		
Coste anual del impuesto de circulación (€)	130		
Tasas de tráfico, ITV, autoescuelas, etc. (€)	47		
Combustible y gastos de desplazamiento y uso		9,9	31,0
Coste de combustible (€)	1.195		
Coste aparcamiento ¹³⁹ (€)	62		

¹³⁸ Ese fue el precio medio efectivo (con descuentos) estimado por FACONAUTO según nota de prensa (17/01/2013). Otras fuentes estiman el precio medio en 19.474 euros, <http://www.coches.net/noticias/precio> (19.junio 2012). Por último, según el "Balance de la Automoción 2012" de la consultora de investigación de mercados TNS Spain, a diciembre de 2012 el precio medio del automóvil matriculado en España era de 18.841€.

¹³⁹ No está incluido aquí el coste de los aparcamientos privados incorporados en las viviendas o en las edificaciones, sino exclusivamente los pagos efectuados en aparcamientos públicos o en la calle con parquímetros. Si se incluyeran dichos costes habría que añadir una cantidad adicional estimada en al menos 360 euros anuales (2,7 euros a los 100 km), correspondientes a amortizar un coste medio por plaza de garaje de unos 18.000 euros.

Coste peajes (€)	65		
Coste total euros por 100 km (€)		31,8	100

Para el resto de los modos de transporte las fuentes de los costes unitarios por kilómetro recorrido son:

Tabla 391. Fuentes de los costes de desplazamiento en otros modos y medios de transporte (2012)

Personas	Fuente
Autobús interurbano ¹⁴⁰	Elaboración propia a partir de los recorridos estimados (personas-km) y la facturación de las empresas del sector
Autobús urbano	Elaboración propia a partir de los recorridos estimados (personas-km) y la facturación de las empresas del sector
Tren	Elaboración propia de una cifra global de todo el ferrocarril a partir de los datos del Informe 2012 de RENFE. Según los datos del Observatorio del Transporte y la Logística del Ministerio de Fomento, los precios de desplazamiento de Renfe variaban en 2011 entre los 5,5 euros por 100 personas-km en los servicios de Cercanías, hasta los 13,5 euros por 100 personas-km en Alta Velocidad.
Avión interior	Observatorio de Transporte Aéreo de FEDEA. Tercer Informe. "Las tarifas en el mercado español de transporte aéreo". O. Betancor, A. Gallego y M.J. González. FEDEA, mayo 2013.
Barco	No se ha podido hacer una estimación rigurosa debido a la difícil separación entre los servicios personales y los vinculados al transporte de vehículos
Mercancías	Fuente
Camión	Observatorio del Transporte y la Logística del Ministerio de Fomento
Tren	Observatorio del Transporte y la Logística del Ministerio de Fomento
Tubería de productos petrolíferos	Elaboración propia a partir de los datos de facturación y toneladas-km desplazadas de la Corporación Logística de Hidrocarburos

14.3. Las inversiones en infraestructuras

Se ha investigado la magnitud de las inversiones realizadas en los últimos veinte años por las administraciones en las infraestructuras de cuatro de los principales modos o submodos de transporte: carreteras supramunicipales, ferrocarril de alta velocidad y convencional, aviación y marítimo. La mayor parte de los datos procede de los Anuarios Estadísticos del Ministerio de Fomento, pero la diferenciación entre inversiones en ferrocarril de alta velocidad y convencional ha exigido un mayor detalle, alcanzado a través de las siguientes fuentes:

¹⁴⁰ El Observatorio de Costes del Transporte de Personas en Autocar, integrado por la patronal del sector (Comité Nacional del Transporte por Carretera) y la Dirección General de Transporte Terrestre del Ministerio de Fomento, ofrece también estimaciones "los costes medios que la explotación de un vehículo genera a una empresa de transporte de personas tipo, entendiendo como tal aquella que aplica criterios de gestión que le permiten mantener unos niveles de rentabilidad y equilibrio patrimonial que garantizarían su permanencia en el mercado en el medio y largo plazo".

El Observatori del Transport Regular de Viatgers per Carretera de Catalunya también ofrecía hasta 2005 datos de costes de los servicios regulares de transporte de personas; para dicho año el coste medio estimado para dicha comunidad autónoma era de casi 1,8 €/persona. Una tercera parte de ese coste estaba cubierto por las subvenciones de las administraciones públicas. Butlletí de Transports número 43. diciembre de 2006.

- ADIF
- 360. Revista de Alta Velocidad
- Observatorio del Ferrocarril

Las cifras de inversión de cada año se han transformado a euros de 2012 mediante la correspondiente hoja de cálculo con los datos de depreciación de la moneda del Instituto Nacional de Estadística.

14.4. El balance fiscal del modo viario

El balance fiscal, o relación entre ingresos y gastos estatales dedicados al transporte, se construye, en primer lugar, a través de los conceptos de gasto específico e ingreso específico, es decir, de la fiscalidad que diferencia al sector con respecto a la que corresponde a cualquier actividad económica.

- **gastos específicos** del sector (inversiones y gastos realizados por las administraciones públicas que son necesarios para el funcionamiento de la actividad)
- **ingresos específicos** del sector (impuestos o tasas propias de la actividad, como los que gravan los combustibles o la matriculación de vehículos)

La fiscalidad específica ha de relacionarse con la que tendría cualquier otra actividad para obtener los **beneficios fiscales** que presenta cada modo o medio de transporte; beneficios que se derivan de la regulación tributaria

Los beneficios fiscales comprenden todo tipo de exenciones, devoluciones o reducciones de los impuestos que son consecuencia de las regulaciones que priman la actividad del sector. Este concepto se corresponde, de manera parcial, con lo que la Agencia Europea de Medio Ambiente denomina “subsidios extrapresupuestarios”, es decir, subsidios que no suponen un pago directo al sector a cuenta de los presupuestos del Estado¹⁴¹. Ejemplos de esos subsidios son las exenciones o las reducciones de impuestos para determinadas actividades, como lo es el IVA reducido de la adquisición de billetes de transporte.

Por consiguiente, los impuestos generales como el del Valor Añadido (IVA), que tienen un tipo general aplicable a todos los intercambios, solo son incorporados en esta cuenta si presentan una singularidad, una reducción (beneficio fiscal) o una ampliación del tipo aplicado al transporte. Por ejemplo, el IVA reducido del transporte de viajeros por carretera se contabiliza aquí como beneficio fiscal asignando una cifra negativa de ingresos cuyo valor es su diferencial con el que resultaría del tipo general existente en cada periodo de análisis.

Los impuestos específicos más importantes en materia de transporte viario tienen que ver con los vehículos (matriculación y circulación) y con el uso de los combustibles (Impuesto de Hidrocarburos e Impuesto sobre las Ventas Minoristas de Determinados Hidrocarburos) que estos emplean. El Impuesto de Hidrocarburos supone el grueso de la imposición específica en materia de transporte viario, representando entre 8.700 y 10.900 millones de euros anuales de ingresos estatales en el periodo 2007-2012.

¹⁴¹ “Size, structure and distribution of transport subsidies in Europe”. Agencia Europea de Medio Ambiente. Copenhague, 2007.

El *Impuesto sobre las Ventas Minoristas de Determinados Hidrocarburos* (IVMDH) es conocido popularmente como el “céntimo sanitario”, por su inicial propósito de financiar la sanidad de las comunidades autónomas que aplicaban el recargo en la venta de gasolinas, gasóleo y fuelóleo. El Impuesto se creó en 2002¹⁴² y se fue extendiendo a todas las comunidades autónomas salvo Aragón, País Vasco y La Rioja, quedando excluidas del ámbito de aplicación de la ley Canarias y las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla. En enero de 2013 se integro este tributo en el Impuesto Especial de Hidrocarburos, tratando de evitar así las objeciones de la Unión Europea a la modalidad de impuesto. De hecho, una sentencia del Tribunal Europeo de Justicia en noviembre de 2013 declaró que el impuesto no se ajustaba a las normativas europeas.

No se ha incorporado a esta relación de impuestos específicos el denominado Impuesto de Transmisiones y Actos Jurídicos Documentados, por considerarse que se aplica de un modo generalizado a diversos bienes y no exclusivamente a los vehículos.

Tabla 392. Fuentes de los ingresos fiscales específicos del transporte viario

Concepto	Fuente
Adquisición de vehículos	
Impuesto de Matriculación (Impuesto sobre determinados medios de transporte)	Impuestos Especiales. Estudios relativos a los años 2007 y 2012. Departamento Aduanas e Impuestos Especiales de la Agencia Estatal de Administración Tributaria (A.E.A.T.)
Circulación	
Impuesto sobre Hidrocarburos	Impuestos Especiales. Estudios relativos a los años 2007 y 2012. Departamento Aduanas e Impuestos Especiales de la Agencia Estatal de Administración Tributaria (A.E.A.T.) Consumo de crudo y productos petrolíferos por sectores económicos (CORES)
Impuesto sobre Ventas Minoristas de Determinados Hidrocarburos	Impuestos Especiales. Estudios relativos a los años 2007 y 2012. Departamento Aduanas e Impuestos Especiales de la Agencia Estatal de Administración Tributaria (A.E.A.T.) Consumo de crudo y productos petrolíferos por sectores económicos (CORES)
Impuesto circulación	Para el año 2007 la fuente es la “Liquidación de presupuestos de las Entidades Locales” (Recaudación líquida) del Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas. En la fecha en que se cerraron los cálculos de esta partida no se habían publicado todavía las cifras de 2012, por lo que optó por emplear la estimación de la Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones (ANFAC) en su memoria anual.
IVA específico (viajeros autobús y taxis)	Agencia Estatal de Administración Tributaria a través de sus estadísticas del IVA tributado. En 2007 el diferencial entre el IVA general y el IVA reducido de estos servicios era de 9 puntos porcentuales (7% frente al tipo general del 16%). En 2012, el tipo general ascendía al 18% y el reducido al 8%, pero a partir de septiembre volvieron a subir hasta el 21 y 10% respectivamente. En la primera edición se deslizó un error de cálculo en la ponderación del IVA anual, de manera que se cifró en 3.814 millones de euros lo que realmente fueron 3.726 millones de euros en ese año 2012.
Gestión del sistema	
Tasas de Tráfico	Dirección General de Tráfico del Ministerio del Interior. Se considera

¹⁴² Introducido en el sistema fiscal por el artículo 9 de la Ley 24/2001, de 27 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social (B.O.E. del 31)

	que el 80% del total se corresponde con el uso de los vehículos privados y, por tanto, no quedan incorporados a las cuentas de las empresas del sector.
--	---

En relación a los impuestos sobre combustibles de automoción, la fuente principal es, como se ha indicado en la tabla, el Estudio que realiza anualmente la Agencia Tributaria sobre los Impuestos Especiales y, en particular, el capítulo 4 dedicado al Impuesto de Hidrocarburos. En dicho estudio, el cuadro nº 4.11.1 estima la cuota tributaria devengada tanto por el Impuesto de Hidrocarburos como por el I.V.M.D.H., con la particularidad de que desagrega los diferentes productos objeto de gravamen.

Sin embargo, no toda la gasolina ni el gasóleo de automoción son consumidos en el transporte por carretera, hay cantidades relativamente pequeñas de esos productos petrolíferos que se consumen en otros modos del transporte o en otros sectores de actividad. La estimación de esas cantidades que no deben asignarse al modo viario fue realizada por primera vez por CORES (Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos) en 2015, para la anualidad 2013. Tomando esas cifras como referencia se puede estimar que el modo viario representa el 99 y el 97,6% del consumo y, por tanto, de la carga impositiva, respectivamente de gasolinas y gasóleos de automoción. Además, hace falta incluir entre los consumos del modo viario los correspondientes a los vehículos que funcionan con GLP y una parte del gasóleo B empleado en agricultura y en maquinaria diversa de obras públicas que, no solo hacen tareas propias del sector agrario y la construcción, sino también se desplazan por carreteras o vías urbanas. Para las presentes cuentas se han aplicado los siguientes criterios:

- considerar propio del modo viario el 50% del gasóleo B consumido y, consecuentemente, de la carga impositiva que corresponde a esa porción
- considerar propio del modo viario la totalidad del consumo de GLP de uso general

Con respecto al Impuesto de Circulación, en la fecha de publicación del presente volumen acaban de aparecer (31 de octubre de 2014) las cifras oficiales de recaudación de 2012 en la "Liquidación de presupuestos de las Entidades Locales" (Recaudación líquida) del Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas. El resultado es un diferencial de más de 800 millones de euros con respecto a las cifras indicadas de ANFAC para ese mismo año. La recaudación líquida reflejada en la publicación de Hacienda asciende a 2.067 millones de euros, frente a la estimación de la patronal de la automoción que la eleva a 2.886 millones de euros para 2012.

Tabla 393. Fuentes de los gastos de las administraciones públicas en el modo viario

Concepto	Fuente
Infraestructuras	
Construcción (excluido ayuntamientos)	Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento. Liquidación presupuestaria de inversiones en la red de carreteras por organismo inversor. Se excluyen las inversiones realizadas por las concesionarias de autopistas de peaje.
Inversiones reales en Entidades Locales	Liquidación de Presupuestos de las Entidades Locales 2007. Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas. Clasificación funcional de gastos. Se contabiliza únicamente la partida de inversiones reales del epígrafe 511: "Carreteras, caminos vecinales y vías públicas urbanas". Para 2012, dado que al cierre de la memoria de este trabajo no se había publicado la liquidación correspondiente, se incorpora la cifra de inversiones reales recogida en los Presupuestos de las Entidades Locales en su epígrafe de infraestructuras (Clasificación económica y por Programas).

Compensación por la rebaja de tarifas en autopistas de peaje y peaje en la sombra	Cuentas de las Administraciones Públicas. Intervención General de la Administración del Estado. Ministerio de Economía y Hacienda. La cifra de 2012 es la correspondiente a la liquidación de 2011, ya que en la fecha de finalización del trabajo no se habían todavía publicado los datos del ejercicio 2012. La fuente de datos del peaje en la sombra (únicamente Comunidad de Madrid) es El País, 12 de julio de 2014.
Circulación	
Jefatura de Tráfico	Los gastos de la Dirección General de Tráfico del Ministerio del Interior están indicados en las "Cuentas de las Administraciones Públicas 2007" elaboradas por la Intervención General de la Administración del Estado del Ministerio de Hacienda. Para el año 2012 los datos proceden de la propia Dirección General de Tráfico.
Servei Català de Transit	Presupuestos de la Generalitat de Catalunya.
Dirección de Tráfico del Gobierno Vasco	Las cifras de la Dirección de Tráfico del Gobierno Vasco proceden de los Presupuestos de la Comunidad Autónoma de Euskadi.
Vigilancia y gestión del tráfico urbano	Liquidación de Presupuestos de las Entidades Locales 2007. Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas. Clasificación funcional de gastos. Se contabiliza la partida de seguridad. Para 2012, dado que al cierre de la memoria de este trabajo no se había publicado la liquidación correspondiente, se incorpora la partida de "Seguridad ciudadana y movilidad" recogida en los Presupuestos de las Entidades Locales en su epígrafe de infraestructuras (Clasificación económica y por Programas). En ambos ejercicios se estima que la tercera parte de la cifra registrada se corresponde con las tareas relacionadas con la movilidad y el tráfico de las policías locales, las cuales están presentes en 1.700 de los 8.100 municipios españoles (cifras de la Unión Nacional de Jefes y Directivos de Policía Local, Unijepol, en la ponencia de José Cano dictada en las Jornadas de Seguridad Vial y Movilidad Urbana, celebradas el 22 y 23 de octubre de 2014 y organizadas por ITS España)
Gastos específicos en el ámbito sanitario y judicial	No se ha podido hacer un estudio exhaustivo de los gastos sanitarios y judiciales atribuibles específicamente al modo viario para los años de referencia. Se ha optado por considerar que el porcentaje de gastos para esta partida, sobre el total de gastos en la gestión del sistema, obtenido en la investigación realizada en los años noventa para el Ministerio de Obras Públicas y Transportes sigue siendo una aproximación válida. Se ha aplicado, por tanto, un porcentaje del 3% del total.
Gestión del sistema	
Servicios de la Administración Central y las CCAA	No se ha podido hacer un estudio exhaustivo de los gastos administrativos atribuibles al modo viario para los años de referencia. Se ha optado por considerar que el porcentaje de gastos para esta partida, sobre el total de gastos en la gestión del sistema, obtenido en la investigación realizada en los años noventa para el Ministerio de Obras Públicas y Transportes sigue siendo una aproximación válida. Se ha aplicado, por tanto, un porcentaje del 3% del total.
Subvenciones explotación del transporte urbano en autobús	Cuentas de las Administraciones Públicas 2007. Intervención General de la Administración del Estado del Ministerio de Hacienda. Incluye la cofinanciación de los servicios de transporte colectivo urbano, así como a la Empresa Municipal de Transportes de Madrid y TMB de Barcelona
Gastos de personal y otros en Infraestructuras viarias Entidades Locales	Liquidación de Presupuestos de las Entidades Locales 2007. Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas. Clasificación funcional de gastos. Se contabilizan todas las partidas salvo la de inversiones reales del epígrafe 511: "Carreteras, caminos vecinales y vías públicas urbanas". Para 2012, dado que al cierre de la memoria de este trabajo no se había publicado la liquidación correspondiente, se incorporan todas las partidas recogidas en los Presupuestos de las Entidades

	Locales en su epígrafe de infraestructuras (Clasificación económica y por Programas) salvo las correspondientes a las inversiones reales, ya contabilizadas más arriba.
Subvenciones al vehículo particular	Informe anual "Ayudas públicas" de la Comisión Nacional de la Competencia de 2008, referido a datos de 2007. Se ha estimado que se dirigen al modo viario una tercera parte de las subvenciones, excluidas las del ferrocarril, además de las otorgadas por las CCAA a la industria del automóvil.
Transferencias corrientes al transporte público por parte de las Entidades Locales	Liquidación de Presupuestos de las Entidades Locales 2007. Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas. Se contabiliza el 90% de la partida de transferencias corrientes del epígrafe 513.- Transporte terrestre, marítimo, fluvial y aéreo. En 2009 se produjo un cambio metodológico que se plasma en 2010 con una nueva forma de presentación de los datos. Para 2012, dado que al cierre de la memoria de este trabajo no se había publicado la liquidación correspondiente, se incorpora la partida de transferencias corrientes recogida en los Presupuestos de las Entidades Locales en su epígrafe 44: "Transporte público" (Clasificación económica y por Programas).
Otros gastos relacionados con el transporte público de las Entidades Locales	Liquidación de Presupuestos de las Entidades Locales 2007. Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas. Se contabiliza el 90% de todas las partidas salvo la de transferencias corrientes del epígrafe 513.- Transporte terrestre, marítimo, fluvial y aéreo". Para 2012, dado que al cierre de la memoria de este trabajo no se había publicado la liquidación correspondiente, se incorporan todas las partidas recogidas en los Presupuestos de las Entidades Locales en su epígrafe 44 dedicado al transporte público (Clasificación económica y por Programas) salvo las correspondientes a transferencias corrientes, ya contabilizadas más arriba.

De las cifras de inversiones en infraestructura viaria se has restado las correspondientes al Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA). Se trata de un asunto controvertido en la medida en que el IVA pagado por las administraciones no es devuelto íntegramente y directamente por el sector del transporte, sino que resulta de deducir las cuantías de compras y servicios que dicho sector haya efectuado en su cadena de valor. El IVA aplicado en 2007 fue del 16%, mientras que en 2012, entre los meses de enero y septiembre el tipo fue del 18%, subiendo en septiembre al 21%.

Las multas no son fiscalidad específica, pero se indica su cuantía y se suman a los ingresos estatales para contemplar el campo completo de ingresos y gastos del modo. Tampoco se ha considerado fiscalidad específica el Impuesto de Transmisiones Patrimoniales, que se aplica en determinados supuestos de compraventa de vehículos usados, pero también en otro tipo de transacciones ajenas al sector¹⁴³.

No se han podido cuantificar rigurosamente y sumar todas las partidas de gastos estatales, como por ejemplo la cuota que le correspondería al transporte en los pagos por exceso de emisiones de efecto invernadero que viene realizando el país, o las ayudas que se dirigen desde la Administración Central y, también, desde las administraciones autonómicas, a los sectores industriales de la automoción. A este último respecto, el Gabinete de Estudios

¹⁴³ Según ANFAC, ese impuesto supuso unos ingresos a las Comunidades Autónomas perceptoras de 167 millones de euros, tanto en 2007 como en 2012.

Económicos de la empresa Axesor¹⁴⁴ recopiló información de subvenciones recibidas por las empresas de las administraciones en 2012; de dicha información se deduce que 5 de las 50 empresas con mayor subvención se correspondían con la industria del automóvil:

Tabla 394. Subvenciones concedidas a la industria del automóvil por las administraciones en 2012

Empresa	Millones de euros
Peugeot Citroen Automóviles España	67
Renault España	24
Iveco España	20
Mercedes Benz España	12
General Motors España	5
Total	127

Dado que no se ha dispuesto de una información semejante para el año 2007 y que los proyectos subvencionados seguramente se desarrollan en varias anualidades, se ha decidido no incorporar estas cifras al balance fiscal del modo viario.

Los beneficios fiscales de la compra de garajes de viviendas

También en relación con este impuesto, hay que indicar que existe una cifra diferencial que ha dejado de ser ingresada por la administración en concepto de IVA reducido de las adquisiciones de garajes asociados a las viviendas. Según el artículo 91.Uno de la Ley 37/1992, de 28 de diciembre del Impuesto sobre el Valor Añadido, las adquisiciones de viviendas nuevas y sus correspondientes garajes se rigen por el IVA reducido del 4%, mientras que la venta de viviendas usadas está exenta de este impuesto y se le aplica el de Transmisiones Patrimoniales Onerosas.

Para 2012 el tipo impositivo del IVA sobre la vivienda y sus garajes se rige por los siguientes criterios:

- 10% con carácter general. Las entregas de viviendas que se produzcan desde el 20 de agosto de 2011 hasta el 31 de diciembre de 2012 se beneficiarán de la tributación al tipo del 4% en virtud de la Disposición Transitoria Cuarta del Real Decreto-Ley 9/2011, de 19 de agosto de 2011 (modificada por la Disposición Final Quinta del Real Decreto-Ley 20/2011, de 30 de diciembre de 2011).
- 4% cuando se trate de viviendas de protección oficial de régimen especial o de promoción pública.

Por consiguiente, bastaría conocer el gasto en la compra de viviendas nuevas y la parte que les corresponde del mismo a los garajes, para tener una estimación del IVA diferencial asignable a estos elementos asociados a las viviendas.

Según la estadística de la Agencia Tributaria denominada "Series históricas de bases, tipos e impuestos devengados (trimestrales)" el gasto en la compra de nuevas viviendas por los

¹⁴⁴ <http://www.axesor.es/blog/post/2013/07/30/Las-empresas-mas-subvencionadas-de-Espana.aspx>

hogares ascendió a 84.720 y 24.928 millones de euros (sin contar el IVA) en 2007 y 2012 respectivamente. Si se considera que el coste de las plazas de garaje supone un 10% del total, una primera aproximación al diferencial del IVA entre el tipo general y el reducido (12 y 15 puntos porcentuales en las mencionadas anualidades de referencia) de dichas plazas ascendería como mínimo a 1.017 y 374 millones de euros en 2007 y 2012 respectivamente¹⁴⁵.

Los beneficios fiscales de los automóviles de empresa

Otro aspecto que modifica sustancialmente el balance fiscal del viario es el de los vehículos de empresa. Hay un amplio debate en Europa y los países hipermotorizados sobre la idoneidad de los beneficios fiscales atribuidos a la adquisición, uso y mantenimiento de los vehículos, y en particular, los automóviles de turismo y todo terrenos, por parte de las empresas. Este fenómeno se puede denominar también como Infra-fiscalidad del automóvil de empresa (under-taxation of company cars) y permite explicar el importante peso que ha adquirido esta modalidad de compra o alquiler de vehículos en el total de los matriculados cada año en toda Europa y, también, en España.

Los mecanismos de ese tratamiento fiscal beneficioso para los vehículos de empresa son diferentes desde la perspectiva de la empresa y del empleado.

Desde el punto de vista del trabajador, lo más relevante es:

- el tratamiento fiscal al trabajador del uso de los vehículos de empresa para desplazamientos personales, considerados desde ese punto de vista como pago en especie
- la consideración de los desplazamientos domicilio-centro de trabajo como gasto de trabajo
- el ahorro de los costes de mantenimiento: revisiones, recambios, seguro, impuestos, etc., que son pagados por la empresa de manera directa o a través de las cuotas de leasing que tenga concertadas.

Desde el punto de vista de la empresa, lo más relevante es:

- el tratamiento de los gastos de adquisición y uso de los vehículos como gastos de la empresa deducibles en el Impuesto de Sociedades
- la deducción del IVA de la compra y uso de los vehículos de empresa. Por ejemplo, la deducción del IVA de los combustibles utilizados por los trabajadores y declarados como desplazamientos de trabajo.

Respecto al punto de vista del trabajador, como señala la OECD (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), la mayoría de los gobiernos de los países de esta organización tienen impuestos más bajos a los vehículos de empresa que a los salarios y, también, contemplan el desplazamiento al trabajo como un coste derivado de la propia actividad y, por tanto, como parte de los gastos laborales. Con esos dos

¹⁴⁵ Téngase en cuenta que no se ha considerado el mayor diferencial de IVA que se aplicaba en 2012 a las viviendas de protección oficial de régimen especial o de promoción pública.

criterios fiscales se estimula que los empleados realicen más kilómetros al año, tengan más automóviles y éstos sean de mayores prestaciones, consumo y coste. En un análisis de 27 países la infra-fiscalidad significaba un subsidio medio de 1.600 euros anuales por vehículo¹⁴⁶.

Un efecto principal de la Infra-fiscalidad del vehículo de empresa es que se reduce significativamente el coste de su adquisición, estimulándose así, por ejemplo, el crecimiento de los hogares con dos vehículos, pues retienen el automóvil en propiedad y aceptan el nuevo ofrecido al empleado por la empresa. Pero, además, dado que se admite como gasto laboral cualquier desplazamiento, con independencia del tipo de vehículo o la distancia recorrida, se tiende a utilizar medios de transporte más caros y a mayores distancias, de manera que:

- promueven una cultura del uso del automóvil para los desplazamientos por motivo negocios, excluyendo la consideración de otras alternativas
- refuerzan el uso del automóvil para ir y volver del trabajo
- estimulan el uso innecesario del automóvil para una variedad de motivos de desplazamiento privados¹⁴⁷.

Los informes de la OECD estiman que la Infra-fiscalidad derivada únicamente del tratamiento fiscal de los desplazamientos personales y de la consideración de los desplazamientos domicilio-trabajo como gasto laboral ascendió, en el caso de España en 2012, a 1.261 millones de euros.

Si se incluyen las ventajas fiscales obtenidas por las empresas, esa cifra se eleva considerablemente. Así, para el año 2008, un informe de la Comisión Europea, realizado con otra metodología apuntaba cifras de infra-fiscalidad globales de unos 4.000 millones de euros, también para España, y de casi 54.000 millones para un conjunto de 18 países de la Unión Europea¹⁴⁸.

Siguiendo el procedimiento de cálculo de dicho informe se puede estimar el orden de magnitud de los beneficios fiscales que reciben los vehículos de empresa en España en los años de referencia: 3.873 y 3.028 millones de euros, respectivamente, en 2007 y 2012. Sin embargo, esas cifras están basadas en la consideración de una proporción vehículos de empresa/vehículos privados excesivamente elevada (45,7% en 2008). Si se ajusta a las cifras de vehículos de empresa, sin contar los de las flotas de alquiler la proporción se queda en 29,2% en 2008, lo que arroja cifras de 2.655 y 1.812 millones de euros de pérdida de recaudación en 2007 y 2012 respectivamente.

¹⁴⁶ Harding, M. (2014), "Personal Tax Treatment of Company Cars and Commuting Expenses: Estimating the Fiscal and Environmental Costs", *OECD Taxation Working Papers*, No. 20, OECD Publishing.

<http://dx.doi.org/10.1787/5jz14cg1s7vl-en>

¹⁴⁷ Roy, R. (2014), "Environmental and Related Social Costs of the Tax Treatment of Company Cars and Commuting Expenses", *OECD Environment Working Papers*, No. 70, OECD Publishing.

<http://dx.doi.org/10.1787/5jxwrr5163zp-en>

¹⁴⁸ Company Car Taxation. Copenhagen Economics. Taxation papers (nº 22). Oficina de Publicaciones Oficiales de la Unión Europea. Luxemburgo, 2010.

Tabla 395. Reparto en los canales de venta de turismos y todo terrenos

	Número de vehículos Total	Porcentaje del total		
		Alquiladores	Empresa	Particulares
2007	1.614.835	13,1	29,2	57,7
2008	1.161.176	15,8	29,2	55,0
2009	952.772	8,4	21,7	70,2
2010	982.015	13,8	26,7	59,5
2011	808.051	17,5	34,5	48,0
2012	699.589	19,5	32,2	48,3

Fuente: Elaboración propia a partir de las Memorias de ANFAC y del estudio encargado por FACONAUTO "Análisis de la competitividad del mercado automovilístico español". MSI. 2014.

En cualquier caso, el cálculo exacto de lo que representa esta pérdida de tributos por parte del Estado es complejo pues, como ahora se podrá comprobar, existe una amplia gama de situaciones diferentes a la hora de la compra, alquiler y uso de los vehículos de empresa, siendo en cada caso diferente el beneficio fiscal obtenido. En primer lugar, las empresas disponen de vehículos para sus empleados a través de tres sistemas, cada uno con sus especificidades:

- compra convencional
- renting
- leasing (arrendamiento financiero)

Desde la perspectiva de las empresas, los mecanismos fiscales que generan este interés de las empresas en la compra o alquiler de vehículos son los siguientes:

- A) la imputación de la compra o el alquiler del vehículo, así como de sus gastos, como parte de los gastos de la empresa y, por tanto, su deducción en el Impuesto de Sociedades
- B) la deducción de una parte del IVA de la compra y gastos de mantenimiento del vehículo por parte de la empresa

A continuación se trata de analizar el significado de esos dos mecanismos a efectos del balance fiscal del automóvil.

En el caso A), la empresa puede cederle el vehículo al trabajador, convirtiendo una parte del coste de amortización en renta del trabajo o pago en especie para el uso privativo del mismo. En la actualidad, el procedimiento empleado en caso de compra del automóvil por la empresa, consiste en dividir el precio del vehículo en cinco anualidades (20% cada año) e imputar una parte de esa cifra al trabajador y otra a la empresa.

Inicialmente, la Administración Tributaria estableció que, dado el horario laboral, el reparto debería ser equivalente a las horas de trabajo, es decir, de 24 horas, 8 horas serían imputables al trabajo y las otras 16 al uso particular del vehículo, añadiendo rentas en especie al trabajador a la hora de su declaración anual.

Habitualmente, se llega a admitir que el reparto sea al 50%. De ese modo, la amortización que se imputa como renta en especie al trabajador sea del 10% del valor del vehículo cada año, a lo que habría que añadir los gastos de utilización del mismo.

En caso de renting o leasing, la imputación de rentas tendría los mismos porcentajes pero sobre lo que la empresa paga por esos sistemas de alquiler a otras empresas.

Cabe entonces preguntarse sobre las ventajas que aporta ese mecanismo para los diferentes actores involucrados. En ese sentido, para la empresa significa un gasto que puede descontar de sus balances y, por tanto, del Impuesto de Sociedades, en detrimento de los ingresos de la Agencia Tributaria. Para el trabajador, por el contrario, se podría interpretar que es una carga adicional sin ventaja alguna, pues le incrementa su renta y, por tanto, la parte proporcional que debe pagar en la declaración anual.

Sin embargo, esa interpretación no es necesariamente correcta, en la medida en que este mecanismo permite al trabajador disponer de un vehículo que no estaría a su alcance si la empresa le diera en metálico esa misma cantidad imputada como remuneración en especie. Por ejemplo, un vehículo de gama media-alta de 30.000 euros supondría una renta añadida en especie al trabajador de 3.000 euros al año (amortización anual de 6.000 euros al 50% para el trabajador). Si esa cifra se añadiera directamente al sueldo del empleado, éste no tendría muchos incentivos para comprar ese mismo vehículo por su cuenta, produciéndose un estímulo de la compra de vehículos de mayor tamaño, prestaciones y precio.

El otro mecanismo de obtención de beneficios fiscales señalado (B) consiste en la deducción de una parte del IVA de la compra del vehículo y de los gastos que acarrea en la declaración correspondiente de la empresa. Según la Agencia Tributaria, salvo que haya demostración contraria, se puede deducir el 50% del IVA cuando el vehículo tiene un uso compartido privado y empresarial. Dos investigaciones realizadas en Bélgica¹⁴⁹ y Holanda¹⁵⁰ mostraron cómo el uso particular de los vehículos de empresa representa entre dos terceras partes y tres cuartas partes del recorrido total, lo que quiere decir que en el supuesto de ese reparto 50/50 admitido por la Agencia Tributaria, se estaría produciendo una Infra-tasación de 20 puntos porcentuales.

En el caso del parque de vehículos de empresa (incluyendo el "renting") en España, aplicando los costes de un automóvil medio que, como se ha indicado está por debajo de la media de los vehículos de empresa, la deducción injustificada del IVA sería de 254 millones de euros en 2012.

De las reflexiones y cifras anteriores se deduce la importancia de considerar las implicaciones sociales y ambientales de estos beneficios fiscales. De hecho, tanto los documentos de la OECD

¹⁴⁹ Cornelis E. et al. (2009), Professional mobility and company car ownership "Promoco". Final Report. Brussels, Belgian Science Policy 2009, Research Programme for a Sustainable Development.
¹⁵⁰ Puigarnau y van Ommeren (2009), Welfare Effects of Distortionary Company Car Taxation, Tinbergen Institute Discussion Paper. www.tinbergen.nl.

como los de la Unión Europea indican que este fenómeno es absolutamente contradictorio con los esfuerzos de reducción de emisiones en el sector transporte, por lo que proponen¹⁵¹:

- suprimir estos beneficios fiscales estableciendo un equilibrio entre la carga impositiva derivada de este sistema y la derivada de su consideración como remuneración salarial
- estimular la neutralidad de la fiscalidad a la hora de comparar las opciones de utilizar el automóvil privado y el automóvil de empresa.

El endeudamiento como gasto diferido

El endeudamiento para afrontar inversiones en carreteras y vías urbanas procede en buena parte de la caja común de las cuentas de las administraciones públicas, siendo muy difícil estimar la parte del conjunto (y sus intereses de devolución) que se corresponde a esas partidas. El análisis por anualidades de la inversión en carreteras y viario urbano soslaya el pago de la deuda que afrontará el Estado en los siguientes años. Sería por tanto oportuno realizar un análisis en profundidad del significado fiscal que tendrá a medio y largo plazo el conjunto de las decisiones inversoras realizadas en este modo de transporte, completando así la perspectiva del balance fiscal que aquí se presenta.

El apoyo fiscal a los agrocombustibles

Un último aspecto a comentar en el balance fiscal del modo viario es el que atañe a los agrocombustibles utilizados por los vehículos. Según el informe “Biofuels—At What Cost? A review of costs and benefits of Spain’s biofuel policies”¹⁵², los subsidios y apoyos a los agrocombustibles del transporte para el año 2011 ascendieron en España una cifra de próxima a los 1.200 millones de euros, de los cuales unos 450 estuvieron relacionados con el apoyo indirecto que supone la obligación de mezcla. Para estimar esa cifra se relaciona el precio del agrocombustible con el que tendría hipotéticamente en ausencia de la obligación de mezcla con los derivados del petróleo.

Este método ha sido cuestionado por la industria del sector: para APPA Biocarburantes el informe contiene “Graves errores metodológicos y desconocimiento del mercado español”¹⁵³.

Tabla 396. Subsidios a los agrocombustibles en 2011 (millones de €)

	ETANOL	BIODIESEL	TOTAL
Exenciones fiscales	178	562	740
Apoyo indirecto al precio del mercado vía obligaciones de mezcla	34-59	393-440	428-499

¹⁵¹ Ya hay ejemplos de modificación de la legislación fiscal para evitar este fenómeno. En el Reino Unido, la reforma de la fiscalidad relacionada con estos vehículos de empresa, puesta en marcha en 2002 estuvo orientada sobre todo a evitar el incentivo hacia vehículos de altas emisiones de CO₂.

¹⁵² Informe de septiembre de 2013 de Chris Charles, Alicia Natalia Zamudio y Tom Moerenhout para el “International Institute for Sustainable Development”. Canada (www.iisd.org)

¹⁵³ “Debate sobre los beneficios sociales y ambientales de los biocarburantes en España”. Javier Rico. Revista Energías Renovables Miércoles, 11 de septiembre de 2013.

Total	213-237	955-1.002	1.168-1.239
-------	---------	-----------	-------------

La exención del Impuesto sobre Ventas Minoristas de Hidrocarburos de la que disfrutaron los agrocarburos entre 2005 y 2012 (ley 22/2005), está incorporada en estas Cuentas al considerarse globalmente los ingresos estatales derivado de los combustibles para el transporte.

14.5. El balance fiscal del modo ferroviario

La metodología de aproximación al balance fiscal del ferrocarril difiere sustancialmente de la del modo viario en la medida en que el modelo de relación del Estado con el sistema de uno y otro presenta grandes diferencias. Así, mientras que en el viario es mayoritariamente la administración la que realiza los gastos y recibe los ingresos, en el ferrocarril son mayoritariamente empresas públicas las que reciben aportaciones de las administraciones y realizan internamente balances de gastos e ingresos diversos.

En ocasiones la cadena de gastos se hace más compleja al intervenir varios agentes en un mismo proceso inversor. Así, por ejemplo, dos Convenios entre el Ministerio de Fomento, ADIF y la Sociedad Estatal de Infraestructuras de Transporte Terrestre, S.A. (SEITTSA) firmados en 2007 e incorporados al Contrato Programa (ADIF-AGE) para el periodo 2007-2010, establecen que SEITTSA recibe el dinero de la Administración General del Estado y se lo trasmite a ADIF para el pago de determinadas obras de ferrocarril¹⁵⁴.

Por consiguiente, la relación del Estado con el ferrocarril se nutre esencialmente de las siguientes partidas:

- aportaciones para inversión
- subvenciones a la explotación
- fiscalidad específica de la adquisición de billetes de ferrocarril

Al margen de ello, se puede también considerar que el endeudamiento de las empresas públicas ferroviarias es una suerte de aportación estatal, toda vez que por ser empresas públicas reciben el respaldo estatal en el mercado de capitales.

Las grandes partidas del balance fiscal ferroviario han sido estimadas a partir de las siguientes fuentes:

Tabla 397. Fuentes para la estimación de las aportaciones del Estado al ferrocarril

Conceptos	Fuente
Aportaciones y subvenciones de capital de la Administración General del Estado a ADIF	Informe nº 870 del Tribunal de Cuentas de fiscalización de la financiación de las inversiones en infraestructuras ferroviarias realizadas por la entidad pública empresarial "Administrador de Infraestructuras Ferroviarias" (ADIF) y por la "Sociedad Estatal de

¹⁵⁴ Informe nº 870 del Tribunal de Cuentas de fiscalización de la financiación de las inversiones en infraestructuras ferroviarias realizadas por la entidad pública empresarial "Administrador de Infraestructuras Ferroviarias" (ADIF) y por la "Sociedad Estatal de Infraestructuras de Transporte Terrestre S.A." (SEITTSA), desde el 1 de enero de 2005 hasta el 31 de diciembre de 2008

	Infraestructuras de Transporte Terrestre S.A," (SEITTSA), desde el 1 de enero de 2005 hasta el 31 de diciembre de 2008 (Anexo 4) Informe nº 1090 del Tribunal de Cuentas de fiscalización de la financiación de infraestructuras ferroviarias en el periodo 2011-2013
Aportaciones de la Administración General del Estado y Plan de Viabilidad de RENFE. En 2012 se produjo además un pago de 920 millones de euros de la AGE a RENFE en concepto de cobro de deuda pendiente	Memorias de RENFE
Subvenciones de las CCAA a RENFE	Memorias de RENFE
Inversión ferroviaria de la Sociedad Estatal de Infraestructuras de Transporte Terrestre, S.A.	Informe nº 870 del Tribunal de Cuentas de fiscalización de la financiación de las inversiones en infraestructuras ferroviarias realizadas por la entidad pública empresarial "Administrador de Infraestructuras Ferroviarias" (ADIF) y por la "Sociedad Estatal de Infraestructuras de Transporte Terrestre S.A," (SEITTSA), desde el 1 de enero de 2005 hasta el 31 de diciembre de 2008 (página 82) y Anuario de Estadístico de Fomento 2012 para dicho ejercicio
Gastos e inversiones de la Dirección General de Ferrocarriles del Ministerio de Fomento. De las inversiones reales de este organismo se ha deducido el IVA en coherencia con el criterio utilizado en el modo viario para las inversiones ministeriales en carreteras y vías urbanas	Anuario Estadístico de Fomento
Aportaciones de la Administración General del Estado a FEVE	Memorias de FEVE
Aportaciones y subvenciones de las CCAA a los ferrocarriles autonómicos	Memorias de los ferrocarriles autonómicos (Euskotrenbide Sarea, Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya, Ferrocarriles de la Generalitat Valenciana, Serveis Ferroviaris de Mallorca)
Subvenciones de la Administración General del Estado y de las CCAA y autoridades del transporte a la explotación de los sistemas metropolitanos y tranviarios	Observatorio de la Movilidad Metropolitana y estimación propia para los sistemas no incluidos en el mismo

Al igual que en el caso del transporte en autobús para el modo viario, se produce en este caso también un fenómeno de infrafiscalidad derivado del IVA reducido que soportan los billetes de todos los sistemas ferroviarios: ferrocarril, metro y tranvía. La estimación de su cuantía se realiza a partir de las cifras de los ingresos por las personas que viajan, que se obtienen de las memorias de los operadores. En el caso de los tranvías, en los sistemas de los que no está disponible esa cifra de ingresos, se ha optado por hacer una estimación aproximada a partir del número de personas que se desplazan, asignándoles un coste de 1 euro por desplazamiento.

La cuenta de resultados de las empresas públicas ADIF, RENFE, FEVE y de los ferrocarriles autonómicos permite también conocer las pérdidas o ganancias que registraron en los años de referencia, así como su endeudamiento. Según las cifras indicadas en el "Informe de la Comisión técnica-científica para el estudio de mejoras en el Sector Ferroviario" (Ministerio de Fomento, 2014) y reproducidas en la siguiente ilustración:

Ilustración 13. Endeudamiento de las principales compañías del ferrocarril

AÑO	ENDEUDAMIENTO (millones de euros)		
	ADIF	RENFE-Operadora	TOTAL
2012	10 643,38	5 003,90	15 647,28
2011	9 296,67	5 224,90	14 521,57
2010	6 983,03	4 875,71	11 858,74
2009	5 181,12	3 908,31	9 089,43
2008	4 119,80	3 138,81	7 258,61
2007	3 454,80	2 765,95	6 220,75

No se han incorporado a estos cálculos los gastos derivados de las administraciones ferroviarias autonómicas, cuya cuantía es relativamente reducida en comparación con las cifras relacionadas con el ferrocarril de ancho ibérico o estándar.

En el lado de los ingresos estatales, hay que tener en cuenta que los hidrocarburos destinados al transporte por ferrocarril están exentos del impuesto especial correspondiente. Únicamente se aplica un tipo reducido al gasóleo empleado por grúas portacontenedores y otros motores y vehículos no autorizados para circular por vías públicas, en el servicio de los ferrocarriles, lo que representa unas cifras muy reducidas de ingresos estatales.

14.6. El balance fiscal de la aviación

Las fuentes empleadas para elaborar el balance fiscal de la aviación son las siguientes:

Tabla 398. Fuentes para la estimación del balance fiscal de la aviación

Conceptos	Fuente
Ingresos estatales derivados de los impuestos especiales de los combustibles (gasolina con plomo y queroseno) empleados en la aviación de recreo	Agencia Tributaria. Impuestos Especiales. Capítulo 4. Hidrocarburos
Gastos e inversiones de la Dirección General de Aviación Civil	Anuarios Estadísticos del Ministerio de Fomento
Subvenciones al transporte aéreo extrapeninsular	Liquidación de Presupuestos del Estado. En el caso de la subvención al transporte de mercancías se considera que el reparto entre marítimo y aéreo tiene la proporción 80-20
Ayudas de las CCAA y otras administraciones públicas a aeropuertos y compañías aéreas	David Ramos, Agustín Gámir y Ana Isabel Escalona en el Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles N.º 61 - 2013, págs. 25-46, titulado "Ayudas públicas y oferta de servicios aéreos en los aeropuertos españoles (1996-2010)". Y la actualización de los datos hasta 2014 presentada por David Ramos en las Jornadas sobre Fiscalidad Ecológica en el Transporte, organizadas por Ecologistas en Acción y Transport&Environment en Madrid, el 2 y 3 de octubre de 2014
Subvenciones FEDER a AENA	Memoria Anual de AENA
Evolución del endeudamiento de AENA	Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia: El sector aeroportuario en España: situación actual y

	recomendaciones de liberalización. Estudio E/CNMC/0002/14
Balance de AENA y SENASA	Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento
Exenciones o reducciones del IVA en el transporte aéreo	Agencia Estatal de Administración Tributaria a través de sus estadísticas de las ventas y el IVA tributado

El principal mecanismo mediante el cual se han realizado durante muchos años las inversiones en la infraestructura aeroportuaria ha sido el endeudamiento de la empresa pública que gestiona la navegación aérea y el sistema aeroportuario, AENA¹⁵⁵.

En comparación con otros modos de transporte la aviación disfruta de las siguientes ventajas fiscales:

- exención de los impuestos sobre carburantes
- exención o reducción del IVA en los billetes aéreos
- exención del IVA en determinados comercios aeroportuarios

La exención de impuestos sobre carburantes de aviación no computa en estas cuentas como beneficios fiscales para el sector, pues en el resto de los modos se han considerado ingresos específicos, pero sí sirve de estímulo de la aviación sobre otras modalidades de desplazamiento.

En cambio, sí supone una pérdida de ingresos fiscales la exención del IVA en los vuelos internacionales, la cual está establecida en la Directiva 2006/112/CE del Consejo, de 28 de noviembre de 2006, relativa al sistema común del impuesto sobre el valor añadido.

Como referencia, se puede indicar que, según la Agencia Europea de Medio Ambiente, en el año 2005, esa partida derivada de la exención del IVA en los vuelos internacionales supuso una pérdida de ingresos estatales de 18.000 millones de euros para el conjunto de los 25 países que formaban la Unión Europea entonces¹⁵⁶.

14.7. El balance fiscal del transporte marítimo

La aproximación a la fiscalidad del transporte marítimo se ha encontrado con dificultades derivadas de la dispersión de competencias en lo que atañe a las Autoridades Portuarias, tanto estatales como de las comunidades autónomas. Por ejemplo, no se dispone de cifras agregadas de las subvenciones y aportaciones que realiza una docena de comunidades autónomas a sus sistemas portuarios.

Además, se han encontrado cifras muy dispares de facturación entre las que ofrece el Observatorio del Transporte y la Logística y las derivadas de los ingresos registrados por la Agencia Tributaria sobre ventas en los diferentes sectores de actividad., habiéndose elegido

¹⁵⁵ La entidad pública empresarial Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (Aena), creada por el artículo 82 de la Ley 4/1990, de 29 de junio, de Presupuestos Generales del Estado para 1990, pasó a denominarse ENAIRE el 5 de julio de 2014. ENAIRE es propietaria del 51% de las acciones de AENA S.A.

¹⁵⁶ "Size, structure and distribution of transport subsidies in Europe". European Environment Agency. Copenhagen, 2007.

esta última fuente por el criterio de cautela y por la coherencia con su empleo en otros modos de transporte.

Tabla 399. Fuentes para la estimación del balance fiscal del transporte marítimo

Conceptos	Fuente
Ingresos estatales derivados de los impuestos especiales de los combustibles (gasolina y gasóleo) empleados en las embarcaciones de recreo	Parque de embarcaciones estimado a partir de l Informe "La náutica deportiva y de recreo en España" (FIRA de Barcelona, Departamento de Investigación y Estrategia de Mercado, 2006) y la evolución de las matriculaciones que registra la Asociación Nacional de Empresas Náuticas (ANEN). Agencia Tributaria. Impuestos Especiales. Capítulo 4. Hidrocarburos
Impuesto Especial sobre Determinados Medios de Transporte (IEDMT)	Se aplica únicamente a embarcaciones de uso privado y con una eslora superior a 8 metros. La Asociación Nacional de Empresas Náuticas (ANEN) estima que el impuesto supone unos ingresos estatales de unos 19 millones de euros en 2014
Gastos e inversiones de la Dirección General de la Marina Mercante	Anuarios Estadísticos del Ministerio de Fomento
Subvenciones al transporte marítimo extrapeninsular	Liquidación de Presupuestos del Estado. En el caso de la subvención al transporte de mercancías se considera que el reparto entre marítimo y aéreo tiene la proporción 80-20
Ayudas de las CCAA a los puertos autonómicos	David Ramos, Agustín Gámir y Ana Isabel Escalona en el Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles N.º 61 - 2013, págs. 25-46, titulado "Ayudas públicas y oferta de servicios aéreos en los aeropuertos españoles (1996-2010)". Y la actualización de los datos hasta 2014 presentada por David Ramos en las Jornadas sobre Fiscalidad Ecológica en el Transporte, organizadas por Ecologistas en Acción y Transport&Environment en Madrid, el 2 y 3 de octubre de 2014
Evolución del endeudamiento de las Autoridades Portuarias integradas en Puertos del Estado	
Exenciones o reducciones del IVA en el transporte marítimo	Agencia Estatal de Administración Tributaria a través de sus estadísticas de las ventas y el I IVA tributado

15. UNIDADES, TERMINOLOGÍA Y FACTORES DE CONVERSIÓN

15.1. Coeficientes de conversión de energía final a energía primaria

Para la transformación de la energía final a energía primaria consumida en las diferentes fases del sistema de transporte en España, se cuenta con información proveniente del Departamento de Planificación y Estudios del IDAE. Más concretamente, los “Factores de conversión Energía Final-Energía Primaria y factores de emisión de CO₂” calculados por este organismo, de los que se dispone de la serie temporal comprendida entre 2005 y 2011 (no se dispone de información sobre años posteriores a este último).

En el caso de los derivados del petróleo y el gas natural, dicha serie ha permitido observar que los coeficientes de conversión son estables, permaneciendo invariantes a lo largo de los 7 años analizados. Dichos factores serán, por tanto, utilizados directamente a los efectos del presente trabajo, también para las transformaciones correspondientes al año 2012.

En el caso de la energía eléctrica sí existen variaciones de un año a otro, derivadas del diferente modelo productivo en cada caso. Además, se dispone de un documento propuesta elevado por el IDAE al Ministerio de Industria, Energía y Turismo, cuyo objetivo es “revisar y actualizar los coeficientes de paso de energía final a energía primaria, y emisiones de CO₂, de las diferentes energías utilizados en el sector de la edificación”, cuyo resultado es la propuesta de unos coeficientes promedio de paso a energía primaria, entre otras fuentes para la energía eléctrica, válidos para el periodo 2005-2011 (último periodo de información disponible sin discontinuidades).

El hecho de que se trate de una propuesta específica para el sector de la edificación limita la metodología utilizada para la revisión y actualización de los factores de conversión a la energía eléctrica de baja tensión (sector doméstico). Así pues, con objeto de obtener un factor de conversión válido con carácter general, se ha estimado el factor de corrección de la propuesta realizada respecto al promedio (conocido) de los factores de paso del IDAE para la electricidad doméstica en el mismo periodo (2005-2011). Dicho factor de corrección se ha aplicado al promedio de los factores de paso para la energía eléctrica general, siendo este el valor empleado en los cálculos del presente trabajo, considerándose válido para el periodo (2005-2012).

La siguiente tabla sintetiza los factores utilizados:

Tabla 400. Factores de conversión Energía Primaria/Energía Final (Periodo 2005-2012)

Derivados del petróleo y gas natural	tep E.P./ tep E.F.
Gasolina	1,100
Gasóleo A y B	1,120
Biodiesel	1,240
Bioetanol	1,700
GLP genérico	1,050
Queroseno	1,120
Fuelóleo	1,110
Gas natural (PCI)	1,070
Electricidad	kWh E.P./ kWh E.F.

E.E. General	2,331
E.E. Baja Tensión	2,461

En relación con la energía eléctrica, dado su empleo en el cálculo del consumo energético en el transporte de electricidad, tiene interés conocer los factores de conversión de energía final a primaria en bornas de la central y en el punto de consumo:

Tabla 401. Factores de conversión de electricidad (energía final a energía primaria) 2005-2011 según IDAE

		Energía primaria	
		En bornas de la central	En punto de consumo
		MWh primario/MWh generado neto	MWh primario/ MWh final
2005	E.E. General	2,29	2,32
	E.E. Baja Tensión (Sector doméstico)	2,29	2,60
2006	E.E. General	2,16	2,34
	E.E. Baja Tensión (Sector doméstico)	2,16	2,46
2007	E.E. General	2,13	2,31
	E.E. Baja Tensión (Sector doméstico)	2,13	2,42
2008	E.E. General	2,07	2,27
	E.E. Baja Tensión (Sector doméstico)	2,07	2,36
2009	E.E. General	2,00	2,19
	E.E. Baja Tensión (Sector doméstico)	2,00	2,27
2010	E.E. General	1,94	2,11
	E.E. Baja Tensión (Sector doméstico)	1,94	2,21
2011	E.E. General	2,06	2,25
	E.E. Baja Tensión (Sector doméstico)	2,06	2,35

Tabla 402. Factores de conversión de consumo de combustible a energía (EP) 2007 y 2011 según IDAE

FUENTE ENERGÉTICA	CONSUMO FINAL DIRECTO		ENERGÍA PRIMARIA ⁽¹⁾	
	tep	Densidad energética	tep	MWh
Gasolina	1	1.290 l	1,10	12,79
Gasóleo A y B	1	1.181 l	1,12	13,02
Gas natural (PCI)	1	910 Nm ³	1,07	12,44
Biodiesel	1	1.267 l	1,24	14,42
Bioetanol	1	1.968 l	1,70	19,77
GLP genérico	1	1.763 l	1,05	12,21
Butano	1	1.670 l	1,05	12,21
Propano	1	1.748 l	1,05	12,21
Queroseno	1	1.213 l	1,12	13,02
Biogás	1	910 Nm ³	1,12	13,02

(1) Incluye las pérdidas en las transformaciones para la obtención del combustible y/o carburante y transporte del mismo.

15.2. Factores de conversión de energía a emisiones de CO₂ y CO₂-eq

A lo largo del presente estudio se ha empleado el consumo energético como variable fundamental para el análisis de los efectos ambientales del sistema de transportes en España. Sin embargo, es posible estimar las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a dichos consumos mediante los factores de conversión a CO₂-eq. facilitados por el Departamento de Planificación y Estudios del IDAE. Más concretamente, a partir de los "Factores de conversión Energía Final-Energía Primaria y factores de emisión de CO₂" calculados por este organismo, de los que se dispone de la serie temporal comprendida entre 2005 y 2011 (no se dispone de información sobre años posteriores a este último).

En el caso de los derivados del petróleo y el gas natural, dichos valores no presentan variación a lo largo del tiempo. Sin embargo, en el caso de la electricidad, estas emisiones dependen del "mix" energético de cada año, por lo que sí se dan variaciones, debiéndose utilizar en cada caso el del año correspondiente. Al no disponer de información sobre el factor de emisión de la energía eléctrica en el año 2012, se ha empleado para los cálculos de ese año el factor de 2011, último disponible.

Tabla 403. Factores de conversión de energía a emisiones de CO₂

	2007	2012
FUENTE ENERGÉTICA (Derivados del petróleo y gas natural)	tCO₂/ /tep E.F.	tCO₂/ /tep E.F.
Gasolina	2,890	2,890
Gasóleo A y B	3,090	3,090
Biodiesel	neutro	neutro
Bioetanol	neutro	neutro
GLP genérico	2,630	2,630
Queroseno	3,000	3,000
Fuelóleo	3,180	3,180
Gas natural (PCI)	2,340	2,340
FUENTE ENERGÉTICA (Electricidad)	tCO₂/ /tep E.F.	tCO₂/ /tep E.F.
E.E. General	5,004	3,836
E.E. Baja Tensión	5,236	4,011

Hay que tener en cuenta que los factores de la tabla se limitan a las emisiones de CO₂, no incluyendo el efecto invernadero de las emisiones de Metano y Óxido Nitroso, para lo que será preciso recurrir a coeficientes de mayoración. En particular, se han empleado los coeficientes de mayoración recomendados por la publicación del CEDEX "Recomendaciones para la estimación de las emisiones de GEI en la evaluación ambiental de planes y proyectos de transporte", siendo el resultado el presentado en la siguiente tabla:

Tabla 404. Factores de conversión de energía a emisiones de CO₂-eq

	2007	2012
FUENTE ENERGÉTICA (Derivados del petróleo y gas natural)	tCO₂-eq/ /tep E.F.	tCO₂-eq/ /tep E.F.
Gasolina	2,916	2,916
Gasóleo A y B	3,124	3,124
Biodiesel	neutro	neutro
Bioetanol	neutro	neutro

GLP genérico	2,660	2,660
Queroseno	3,030	3,030
Fuelóleo	3,228	3,228
Gas natural (PCI)	2,738	2,738
FUENTE ENERGÉTICA (Electricidad)	tCO₂/ /tep E.F.	tCO₂/ /tep E.F.
E.E. General	5,044	3,867
E.E. Baja Tensión	5,278	4,044

15.3. Unidades y equivalencias

Tabla 405. Conversión de unidades energéticas

1 kWh =	3,6	MJ
1 kWh =	0,086	kep
1 kWh =	859	kCal
1 kWh =	1,36	CV
1 kWh =	1,34	HP
1 MJ =	239	kCal
1 MJ =	0,2778	kWh
1 MJ =	0,0239	kep
1 kep =	11,628	kWh
1 kep =	41,87	MJ
1 kep =	10.000	kCal
1 kCal =	0,0012	kWh
1 kCal =	0,0042	MJ
1 kCal =	0,0001	kep

Tabla de conversiones

			PETRÓLEO				GAS		ELECTRICIDAD
			Litros	Barriles	Metros cúbicos	tep	Metros cúbicos	Pies cúbicos	kWh
PETRÓLEO	1 barril ⁽¹⁾	bbl	158,99	1	0,16	0,14	162,60	5.615	1,7x10 ⁶
	1 metro cúbico ⁽¹⁾	m ³	1.000	6,29	1	0,86	1.033	36.481	10.691,5
	1 tonelada equivalente petróleo ⁽¹⁾	tep	1.160,49	7,30	1,16	1	1.187	41.911	12.407,4
GAS	1 metro cúbico	m ³	0,98	0,01	0,001	0,001	1	35,32	10,35
	1.000 pies cúbicos = 1,04x10 ⁶ Btu	ft ³	27,64	0,18	0,03	0,02	28,3	1.000	293,1
ELECTRICIDAD	1 megawatio hora	MWh	93,53	0,59	0,10	0,08	96,62	3.412,14	1.000

⁽¹⁾ Media de referencia: 32,35 °API y densidad relativa 0,8636

Btu = British thermal unit

Fuente: Repsol

Tabla 406. Equivalencia energética de los combustibles de automoción

		Energía Final (kep)	Energía Primaria (kep)
Gasolina	1 litro	0,77505493	0,85256043
Gasóleo A y B	1 litro	0,84705503	0,94870163

A efecto de convertir los litros de combustible en kg de combustible o viceversa, los factores de conversión utilizados son los establecidos por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo¹⁵⁷:

Tabla 407. Densidad de los combustibles

Producto	unidad	equivalencia
Gasolina	1 kg	1,34372481 litros
Gasoil	1 kg	1,19445772 litros
Gasolina	1 litro	744,2 gramos
Gasoil	1 litro	837,2 gramos

15.4. Comentarios sobre el vocabulario energético

La energía que se “consume” directamente en un vehículo o en un proceso se denomina **energía final**, y normalmente se expresa en unidades distintas para cada vector energético. Se utiliza siempre el kWh en la energía eléctrica, y diferentes unidades energéticas como megajulios (MJ), kilocalorías (kCal), kilogramos equivalentes de petróleo (kep), termias (Gcal PCS) u otras, así como sus múltiplos o submúltiplos, en los combustibles sólidos, líquidos o gaseosos.

En el caso de la fase de desplazamiento del sistema de transporte, se denomina energía final a la energía que entra al vehículo y se transforma en calor y movimiento.

En los análisis energéticos, a la hora de establecer una unidad de valoración común en un determinado sistema en el que concurren diferentes vectores energéticos no es posible aplicar directamente los factores físicos de conversión del sistema internacional de medidas, ya que normalmente, para hacer posible su utilización, las fuentes naturales de energía son sometidas a determinadas transformaciones (refino, generación eléctrica, etc.), así como a un determinado transporte, que conllevan pérdidas en ocasiones muy elevadas.

Desde el punto de vista del balance energético global, la obtención de 1 kWh eléctrico de energía final requiere un consumo bruto de energía muy superior al requerido por 1 kWh derivado de un proceso de combustión directa.

Para homogeneizar los análisis, en los balances energéticos se suele utilizar el concepto de **energía primaria**, que se define como la energía contenida en los combustibles y otras fuentes de energía que entran en bruto en un sistema energético. En cada vector energético concreto, la

¹⁵⁷ Resolución de 27 de diciembre de 2013, de la Secretaría de Estado de Energía, por la que se actualiza el anexo de la Orden ITC/2877/2008, de 9 de octubre, por la que se establece un mecanismo de fomento del uso de biocarburantes y otros combustibles renovables con fines de transporte. BOE nº 313 de 31 de diciembre de 2013.

energía primaria se define según una convención específica: en los combustibles, según su poder o potencia calorífica (calor que se desprende en su combustión); en la energía nuclear, según la energía calorífica desprendida en la fisión del uranio; en la energía hidroeléctrica, eólica o fotovoltaica, en términos de energía eléctrica generada en barras de central, etc.

Por consiguiente, en la fase de desplazamiento del sistema de transporte, la energía primaria sería el resultado de sumar a la energía final consumida en los vehículos la que se pierde en los procesos de extracción, transporte, generación (en el caso de la electricidad), refinado (en el caso del petróleo) o compresión/descompresión (en el caso del gas) de las fuentes primarias de energía.

En el caso del modo ferroviario, el consumo energético en tracción es la energía que emplea el vehículo tanto para su función circulatoria (tracción pura) como para todas las funciones auxiliares que constituyen el servicio que ofrece, por ejemplo iluminación y climatización.

15.5. Algunas precisiones sobre el vocabulario empleado

En coherencia con la construcción histórica de los diferentes campos del transporte, y su asignación a departamentos y cuerpos profesionales diferentes, se ha ido también construyendo un vocabulario específico para cada una de las modalidades de los desplazamientos.

La terminología técnica relacionada con los desplazamientos y la movilidad presenta varios problemas y sesgos de cara a estas Cuentas Ecológicas del Transporte¹⁵⁸. En primer lugar, utiliza algunas unidades y conceptos que no son fácilmente comprensibles para las personas ajenas al sector, como por ejemplo el vehículo-km, viajero-km o tonelada-km que, siendo dimensiones longitudinales pueden parecer propias de la masa o el número de vehículos o viajeros que se desplazan.

Además, la terminología técnica transmite, como no podía ser menos, ciertos sesgos derivados del enfoque establecido en la economía y en la ingeniería del transporte. Entre esos sesgos se encuentran los que restan importancia a los desplazamientos que no se realizan en vehículos motorizados, los que no tienen como motivo el acceso al trabajo o el sesgo propio del lenguaje sexista.

A este último respecto, hay que recordar los numerosos términos que tienden a emplearse en el plural masculino cuando en realidad se están refiriendo al conjunto de las personas que viajan o conducen algún tipo de vehículo:

- Los viajeros
- Los pasajeros
- Los conductores
- Los usuarios
- Los ciclistas

¹⁵⁸ Una aproximación a los vínculos entre los enfoques de la movilidad y el lenguaje creado a su alrededor puede encontrarse en el artículo: "El viaje de las palabras". A. Sanz. Informe de Valladolid 2005, Disponible en http://www.gea21.com/_media/equipo/as/el_viaje_de_las_palabras-informe_valladolid-esp_e_ing.pdf

- Los peatones
- Los automovilistas
- Los motoristas

Derivados de los anteriores se emplean en el vocabulario especializado del transporte conceptos como viajero-km y pasajero-km. Para paliar ese sesgo se utilizan aquí preferentemente los siguientes conceptos.

Concepto	Significado
• Viaje	Desplazamiento realizado por una persona, por una mercancía o por un vehículo por cualquier motivo entre un origen y un destino particulares
• Viajero o viajera	Persona que realiza un viaje entre un origen y un destino de desplazamiento
• Persona-km	Desplazamiento de una persona a lo largo de un kilómetro. Se obtiene, por ejemplo, multiplicando los vehículos-kilómetro por su ocupación, sin contar los conductores de los vehículos de transporte público, pero si los conductores de vehículos privados

El inconveniente de esta elección terminológica es que en la literatura especializada se diferencia el viajero/a de la persona que viaja entendiendo que las personas que viajan son la suma de viajeros/as y conductores/as. Por consiguiente, se requiere en algunos apartados aclarar cada uno de esos significados para evitar interpretaciones incorrectas de los resultados.

Modo, submodo, medio, segmento

Modo es la agrupación de medios de transporte en categorías unificadas a partir de la infraestructura que los soporta. Así, a lo largo del trabajo se reflejan los siguientes modos:

- viario
- ferroviario
- aviación
- marítimo
- tubería
- cable eléctrico
- vertical

Dentro de cada modo se agrupan los diversos submodos o medios de transporte, empleándose las dos denominaciones indistintamente por motivos de legibilidad o literarios. Por último, dentro de cada submodo o medio de transporte pueden distinguirse segmentos o categorías de vehículos, por ejemplo, dentro del submodo o medio de transporte motocicleta existen varios segmentos o categorías clasificadas en función del tamaño de su motor.

Automóvil vs turismo

La terminología oficial de la Dirección General de Tráfico¹⁵⁹ establece las siguientes definiciones:

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 para aquel fin. Se excluyen de esta definición los vehículos especiales.

Turismo: automóvil destinado al transporte de personas que tenga por lo menos cuatro ruedas y que tenga, además del asiento del conductor ocho plazas como máximo.

Las definiciones de autobuses, furgonetas y camiones también se inician indicando que se trata de automóviles, pero no ocurre lo mismo con las de motocicletas y ciclomotores, que son considerados vehículos sin mayor matización.

Por consiguiente, hay una diferenciación entre el vocabulario normativo y el habla común, la cual asocia la palabra "automóvil" o, también "coche", a lo que oficialmente se nombra como "turismo". En las presentes Cuentas se emplean en general los conceptos de automóvil, automóvil de turismo o turismo según el vocabulario oficial, salvo en determinados párrafos en los que no hay ambigüedad posible y se utiliza automóvil o coche en el modo popular.

15.6. Acerca del redondeo en las tablas

Los cálculos realizados a lo largo de esta investigación se han realizado en hojas de cálculo, empleándose en ellas múltiples posiciones decimales. Sin embargo, a la hora de trasladar esas cifras a la memoria o a este mismo volumen metodológico se ha optado por indicar las cifras únicamente con un decimal o, a lo sumo dos, lo que conlleva la aplicación de redondeos. En algunos casos, cuando se trata por ejemplo de porcentajes de un total, la adición de sumandos redondeados puede conducir a cifras totales que no suman 100, aunque las diferencias siempre son de muy pequeña magnitud, 0,1 ó 0,2% de error aparente.

¹⁵⁹ REAL DECRETO 2822/1998, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Vehículos. Anexo II.

16. BIBLIOGRAFÍA ESENCIAL

A lo largo del presente trabajo se han ido ofreciendo, a pie de página o tablas del volumen metodológico, indicaciones sobre la procedencia de las fuentes estadísticas y las referencias bibliográficas empleadas en cada caso. Es importante, sin embargo, que el lector conozca las fuentes de inspiración o de controversia más importantes del enfoque aquí desarrollado.

Economía ecológica

AGUILERA, F. (1995): "Economía de los recursos naturales: un enfoque institucional. Textos de S.V. Ciryacy-Wantrup y K.W. Kapp". Federico Aguilera (ed.). Colección Economía y Naturaleza. Fundación Argentaria. Visor Distribuciones. Madrid.

AGUILERA, F. (1996): "Economía y medio ambiente: un estado de la cuestión". Grandes Cuestiones de la Economía, nº 10. Fundación Argentaria. Madrid.

AGUILERA, F. y NAREDO, J.M. editores (2009): "Economía, poder y megaproyectos". Colección Economía y Naturaleza. Fundación César Manrique. Lanzarote.

BERMEJO, R (1994): "Manual de economía ecológica". Bakeaz-Los Libros de la Catarata. Madrid.

BERMEJO, R (2014): "Del desarrollo sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis". HEGOIA. UPV/EHU. Bilbao.

CARPINTERO, O. (2005): "El metabolismo de la economía española. Recursos naturales y huella ecológica (1955-2000)". Colección Economía y Naturaleza. Fundación César Manrique. Lanzarote.

ESTEVAN, A. (1993): "Monetización del medio ambiente y ecología de mercado". En Alfoz, nº 96. Madrid.

ESTEVAN, A. (2005): "La enfermedad del transporte. Transporte contra Natura: la inviabilidad ecológica del transporte horizontal". Capítulo del libro "La intendencia de la especie humana sobre la faz de la Tierra (1955-2005)". Naredo, J.M. y Gutiérrez, L. (editores). Coedición de la Fundación César Manrique y la Editorial de la Universidad de Granada, Granada. Reproducido en el Informe de Valladolid 2005. Escuela de Arquitectura. Universidad de Valladolid. Disponible en la web: <http://www.ciudad-derechos.org/espanol/pdf/informed.pdf>

ESTEVAN, A. y SANZ, A. (1996): "Hacia la reconversión ecológica del transporte en España". Bakeaz. Los Libros de la Catarata. Madrid. La versión escaneada puede encontrarse en: (<http://www.bakeaz.org/es/publicaciones/mostrar/95-hacia-reconversi>).

MARTÍNEZ ALIER, J. y Schlüpman, K. (1991): "La ecología y la economía". Fondo de Cultura Económica. México.

NAREDO, J.M. (1987): "La economía en evolución: Historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico". Siglo XXI Editores. Madrid. Hay una segunda edición de 1996..

NAREDO, J.M. (2009): "Economía y poder. Megaproyectos, recalificaciones y contratos". Capítulo del libro "Economía, poder y megaproyectos". Aguilera F. Y Naredo J.M (editores). Colección Economía y Naturaleza. Fundación César Manrique. Lanzarote.

Economía del transporte

DE RUS, G., CAMPOS J. y NOMBELA, G. (2003): "Economía del transporte". Antoni Bosch Editor. Barcelona.

DE RUS, G. (editor) (2009): "Economic Analysis of High Speed Rail in Europe. Fundación BBVA. Bilbao.

ALBALATE, D. y BEL, G. (2011): "Cuando la economía no importa: auge y esplendor de la alta velocidad en España". Revista de Economía Aplicada Número 55 (vol. XIX), 2011, págs. 171 a 190.

- BERMEJO, R., HOYOS, D. y GUILLAMÓN, D. (2005): "Análisis socioeconómico del PEIT 2005-2020. En base al escenario convencional y el escenario fin de la era del petróleo". Cuadernos Bakeaz, nº 69. Serie Economía y Ecología. Bilbao.
- CHRISTIDIS, P. y BRONS, M. (2009): "Impacts of the proposal for amending Directive 1999/62/EC on road infrastructure charging. An analysis on selected corridors and main impacts".. Working Papers on Energy, Transport and Climate Change nº 3. European Commission. Joint Research Centre. Institute for Prospective Technological Studies. Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg.
- DE RUS, G. y NASH, C. (2009): ¿El qué circunstancias está justificado invertir en líneas de alta velocidad ferroviaria? Fundación BBVA. Bilbao.
http://fbbva.es/TLFU/dat/DT_0409_en_que_circunstancias_web.pdf
- NAVAZO, M. (2012): "La errónea supeditación del planeamiento territorial a la planificación de las infraestructuras de transporte: el caso catalán, 2006-2010". En: ACE: Architecture, City and Environment = Arquitectura, Ciudad y Entorno, 8 (23): 125-164.
- NOMBELA, G.: (2008): "La inversión pública en infraestructuras ferroviarias". FEDEA. Colección Estudios Económicos 25-08. Serie Economía de las Infraestructuras. CÁTEDRA Fedea – Abertis (www.fedea.es).
- SEGURA, P. (2012): "Infraestructuras de transporte y crisis. Grandes obras en tiempos de recortes sociales". Libros en Acción. Ecologistas en Acción. Madrid, 2012.

Costes "externos"

- BAUM, T., GEISSLER, J, SCHNEIDER, J., Y BÜHNE, J-A. (2008): "External Costs in the Transport Sector – A Critical Review of the EC Internalisation Policy". European Automobile Manufacturers Association (ACEA). Institute for Transport Economics. Universidad de Colonia. 2008.
- BETANCORT, O. y NOMBELA, G. (2003): "The Pilot Accounts for Spain". Deliverable nº 8. Proyecto UNITE. Comisión Europea. Institute for Transport Studies (ITS), University of Leeds. Reino Unido.
- BREY, R. (2009): "Valoraciones económicas de externalidades asociadas a proyectos de transporte", Documento del proyecto "Evaluación económica de proyectos de transporte". CEDEX. Ministerio de Fomento.
- CHRISTIDIS, P. y BRONS, M. (2009): "Impacts of the proposal for amending Directive 1999/62/EC on road infrastructure charging. An analysis on selected corridors and main impacts".. Working Papers on Energy, Transport and Climate Change nº 3. European Commission. Joint Research Centre. Institute for Prospective Technological Studies. Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1995): "Libro Verde. Hacia una tarificación equitativa y eficaz del transporte - Opciones para la internalización de los costes externos del transporte en la Unión Europea". COM(95) 691. Bruselas.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1998): "Libro Blanco. Tarifas justas por el uso de infraestructuras: Estrategia gradual para un marco común de tarificación de infraestructuras de transporte en la UE". DCOM 1998/466 FINAL. Bruselas.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (2008): "Estrategia para la aplicación de la internalización de los costes externos". COM(2008) 435 final. Bruselas. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Bruselas.
- DE RUS, G., BETANCOR. O y CAMPOS J. (2006): "Manual de evaluación económica de proyectos de transporte". Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, 2006.
- EBERLE, W.D. y HAYDEN, F.G.(1991): "Critic of Contingent Valuation and Travel Cost Method for Valuating Natural Resources and Ecosystems" artículo publicado en Journal of Economic Issues, vol. XXV, nº3 (1991) del que hay traducción al castellano en "De la economía ambiental a la economía ecológica" F. Aguilera y V. Alcantara (eds.), editado por Icaria, Barcelona, 1995.

FERNÁNDEZ HEREDIA, A. (2007): "Contabilidad socioambiental del transporte metropolitano".

HEATCO (2006): "Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment". Universität Stuttgart, Institute of Energy Economics and the Rational Use of Energy (IER). Deliverable D5: Proposal for Harmonised Guidelines.

HOYOS, D. (2004): "La estimación de costes externos del transporte: una aplicación para Euskadi". Revista Ekonomíaz nº 57.

HOYOS, D. (2005): "Costes externos del transporte en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Mugikost'05". IHOBE. Serie Programa Marco Ambiental nº 44.

IMPACT (2008): "Handbook on estimation of external costs in the transport sector". Informe generado dentro del estudio denominado Internalisation Measures and Policies for All external Cost of Transport. Version 1.1 Delft.

INFRAS/IWW: "External costs of transport: update study". Karlsruhe, Zürich, Paris, 2004.

IWW/NESTEAR (2009): "Internalisation of External Costs of Transport: Impact on Rail" Institute for Economic Policy Research, Universität of Karlsruhe. Nouveaux Espaces de Transports, Applications de Recherche. Informe para la Community of European Railway and Infrastructure Companies (CER). Final Report. Karlsruhe and Paris.

KAPP, K.W. (1972): "Los costes sociales, la economía neoclásica y la planificación ambiental: una réplica". K.W. Kapp. Capítulo del libro "Economía de los recursos naturales: un enfoque institucional. Textos de S.V. Ciryacy-Wantrup y K.W. Kapp". Federico Aguilera (ed.). Colección Economía y Naturaleza. Fundación Argentaria. Visor Distribuciones. Madrid, 1995.

LEBER/INFRAS (2006): "Costes externos del transporte en el País Vasco. Informe final". Departamento de Transportes y Obras Públicas del Gobierno Vasco.

MOGAS, J. (2004): "Métodos de preferencias reveladas y declaradas en la valoración de impactos ambientales". Revista Ekonomíaz nº 57

NASCH, C. (2003): "Unification of Accounts and Marginal Costs for Transport Efficiency (UNITE). Final Report". Comisión Europea. Institute for Transport Studies (ITS), University of Leeds. Reino Unido.

RICARDO-AEA/R (2014): "Update of the Handbook on External Costs of Transport". Informe para la DG MOVE de la Comisión Europea.

Energía, materiales y emisiones

ARTO, I (2003): "Requerimientos totales de materiales en el País Vasco". Revista Economía Industrial nº 351. Madrid, 2003

CLEVELAND, C. y O'CONNOR P.A. (2011): "Energy Return on Investment (EROI) of Oil Shale". Sustainability nº 3-2011 (www.mdpi.com/journal/sustainability).

ESTEVAN, A. (2007): "Consumos energéticos en el ciclo de uso del agua urbana". Gea21, S.L. CEH-CEDEX. Madrid.

GUPTA, A. K. y HALL, C.A.S. (2011): "A Review of the Past and Current State of EROI Data". Sustainability nº 3-2011 (www.mdpi.com/journal/sustainability).

IDAE (2013): "Guía de Vehículos Turismo de venta en España, con indicación de consumos y emisiones de CO2. Directiva Europea 1999/94/CE. Real Decreto 837/2002". Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. 12ª edición. Madrid.

ROMÁN, M. (1997): "Energía y automóvil. Un análisis del ciclo global del transporte. Revista Economía Industrial nº 314. Ministerio de Industria y Energía.

HARDY, L. y GARRIDO, A. (2010): "Análisis y evaluación de las relaciones entre el agua y la energía en España". Papeles de Agua Virtual. Número 6. Fundación Botín. Madrid.

EEA (2013): "Achieving energy efficiency through behaviour change: what does it take?". European Environmental Agency. Technical report. No 5/2013. Copenhagen.

FFE-IDAE (2011): "Metodología de evaluación de la eficiencia energética del material móvil ferroviario". Edición 3. Mayo de 2011. Función de los Ferrocarriles Españoles (FFE) e Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).

ESTEVA, A. (2006): "Consideraciones sobre la aplicación al transporte viario del sistema de comercio de emisiones". Gea21 S.L.. Ministerio de Fomento. Madrid, 2006.

T&E (2013): "How clean are Europe's cars? An analysis of carmaker progress towards EU CO2 targets in 2012". European Federation for Transport and Environment. Bruselas.

SANTACANA, M., PON, D., ARTO, I., FONTANILLAS, M. y PON, J. (2008): "Las emisiones de gases de efecto invernadero desde la perspectiva del consumo en una economía global. Experiencia piloto en el Mediterráneo. Estudio de caso: España". Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Barcelona.

VIÑOLES, R.; BASTANTE, M.J.; LÓPEZ, R.; VIVANCOS, J.L.; CAPUZ, S. (2002). "Análisis del impacto medioambiental de un automóvil a lo largo de su ciclo de vida". Comunicación del Proyecto de Investigación Ecodiseño de Productos para la industria de componentes del automóvil. Universidad Politécnica de Valencia.

FEDIT (2011): "Desarrollo de la metodología para la realización de Análisis de Ciclo de Vida de automóviles y camiones". Grupo de Trabajo de Automoción de **Federación Española de Centros**

