

## **Documento final del Grupo de Trabajo de Conama 10**

### **Transporte sostenible**

#### **PARTICIPANTES**

##### Coordinador:

- Francisco García García. Fundación Conama

##### Relatores:

- Cristina Gómez Flechoso. Observatorio de Sostenibilidad en Aviación (OBSA)
- José Luis de la Cruz. Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE)
- Juan Luis Doménech Quesada. Autoridad Portuaria de Gijón
- Laura Crespo García. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)
- Liborio Castro Franco. SENASA
- María del Pilar Martín Cañizares. Fundación de los Ferrocarriles (FFE)

##### Colaboradores técnicos:

- Alberto García Cortés. CEDEX
- Alberto Cillaro Hernández. ALSA División Transporte Interurbano
- Andrea Sevilla García. Observatorio de Sostenibilidad en Aviación (OBSA)
- Ángel Aparicio Momelo. Universidad Politécnica de Madrid
- Antoni Mañes Ibañez. Gas Natural - Unión Fenosa
- Antonio Moroño García. MAPFRE
- Carlos Iglesias Merchán. Asociación Técnica del Paisaje y Seguimiento Ambiental (ECOPÁS)
- Carlos Rodríguez Casals. Fundación Conama
- Carmen Sanz. Consorcio de transporte de Madrid
- Cristina Afán de Ribera Martín. REPACAR
- Débora Paños Hernando OHL concesiones
- Elena Fernández García. Ferrovial, S.A.
- Emilio Menéndez Pérez. Universidad Autónoma de Madrid (UAM)
- Esther Juarez Sanz. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)
- Eva Herrero Viejo. Unión General de Trabajadores (UGT)
- Fernanda Miguelez Pose. Universidad de A Coruña
- Fernando Jiménez Arroyo. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)
- Francisco Monedero Gómez. IDEA
- Gonzalo Fernández Sánchez. ETSI Caminos, Canales y Puertos (UPM).
- Ignacio González Franco. Fundación de los Ferrocarriles Españoles (FFE)
- Ignacio Valdes Álvarez-Cascos. Red Eléctrica de España (REE)
- Joan Basagaña Torrentó. Observatorio de la Sostenibilidad de España (OSE)

- José Luis Fernández Rocés. Fundación INFIDE
- José Manuel Vallina López. Fundación INFIDE
- José María Casillas Barral. Observatorio de Sostenibilidad en Aviación (OBSA)
- Juan José Freijo. CHEP
- Julia Municio Llanes. Observatorio de Sostenibilidad en Aviación (OBSA)
- Laura Martín Linares. Confemadera
- Leyre Rodríguez Albizua. Gobierno de Cantabria
- Luis Cuenca Barron. CC.OO.
- Mar Montané López. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)
- María Cruz Anegón Esteban. Centro de Estudios del Transporte (CEDEX)
- María Ignacia Cubillo Sagüés. SinCeO2 Consultoría Energética, S.L.
- Marta Seoane Dios. Fundación Conama
- M<sup>a</sup> del Mar Fernández Lorente. Unión General de Trabajadores (UGT) Aragón
- Paula Bouzada Outeda. ALSA División Transporte Interurbano
- Pedro Castillejo Partido. Fundación INFIDE
- Pedro J. Pérez. Universidad Politécnica de Madrid
- Richard Hewitt. Observatorio para una Cultura del Territorio (OCT)
- Rubén Laina Relaño. OHL Concesiones
- Sergio Fernández Balaguer. Fundación Movilidad

## RESUMEN

La situación del modelo actual de transporte y su estudio debe analizarse constantemente desde la perspectiva de la sostenibilidad estudiándola bajo una visión económica, social y ambiental, consiguiendo armonizar todas las acciones hacia tal fin. Previo a su estudio es imprescindible analizar e identificar las tendencias actuales y proceder a la identificación de las amenazas y fortalezas del actual sistema de gestión, de cara a obtener medidas que garanticen la movilidad de personas y mercancías a largo plazo.

Es preciso evaluar los impactos que inciden en cada tipo de transporte ya que debido a la heterogeneidad de territorios y el actual ritmo de crecimiento de las necesidades de transporte de la sociedad actual, los aspectos ambientales afectados pueden variar enormemente.

Gran parte del éxito para alcanzar un alto grado de sostenibilidad se basa en conseguir una alta participación e interlocución entre los colectivos afectados y las estrategias políticas, fomentando planes de concienciación y sensibilización.

Resulta necesario por tanto discutir el actual modelo de transporte y la distribución de sus redes plasmando una nueva orientación de cara a futuras acciones basadas en la planificación y la eficiencia desde todos los sectores mitigando en la mayor medida de lo posible las consecuencias negativas del sector del transporte.

## OBJETIVOS

- Analizar los problemas del transporte en los tres pilares del desarrollo sostenible (económico, social y ambiental) y medidas a desarrollar. (Cohesión social, territorial y ambiental, el papel de la participación social)
- Difundir entre los distintos colectivos implicados, las herramientas de medida, buenas prácticas y las medidas de eficiencia.
- Realizar una revisión de las políticas y medidas implementadas.
- Discutir la evolución del modelo de transporte y movilidad actual.
- Elaboración de un documento conjunto que sienta las bases de un modelo de movilidad sostenible, basado en un sistema de transporte público, planificado, eficiente y que abarque también los polígonos industriales.

## ÍNDICE DEL DOCUMENTO

### **Capítulo 1.- Transporte y sostenibilidad: beneficio social y efectos medioambientales**

#### 1. - Transporte y globalización

- 1.1. Marco general: el transporte como motor de la globalización .
- 1.2. Descripción del marco actual del transporte y las comunicaciones: flujos comerciales.
- 1.3. Fragmentación y grandes diferencias en el espacio global: exigencias de bienestar social y de medioambiente.
- 1.4. Factores del cambio.

#### 2. Organización territorial y social del transporte

- 2.1. Intervención pública: La Regulación de la movilidad.
- 2.2. El Transporte como pilar del empleo y el desarrollo económico
- 2.3. Estructura empresarial del transporte en España y Europa.

#### 3. Hacia un transporte sostenible: Revertir las tendencias del sistema

- 3.1. Sector del transporte por carretera: Euroviñeta
- 3.2. Ejemplo suizo y alemán en el transporte por carretera
- 3.3. Otros modos de transporte
- 3.4. Peajes urbanos
- 3.5. Fiscalidad asociada al sector transporte

## **Capítulo 2.- Transporte y afección sobre el capital natural, la calidad ambiental y la biodiversidad**

### **1. Introducción**

1.1. Elementos de políticas europeas y nacionales en relación con Sostenibilidad, Transporte y Conservación de la Naturaleza.

1.2. Definiciones.

1.3. Legislación y políticas.

### **2. Identificación de los impactos producidos por la presencia y uso de las infraestructuras de transporte.**

2.1. Introducción.

2.2. Clasificación de efectos.

2.3. Conclusiones.

### **3. Unificación de la medida del impacto a través del uso de la huella ecológica. Indicadores y técnicas complementarias para la evaluación de la sostenibilidad en relación con el factor biodiversidad.**

3.1. Concepto de huella ecológica.

3.2. Huella ecológica del transporte. Diferencias modales.

3.3. Limitaciones del uso de huella ecológica como indicador único. Propuesta de indicadores complementarios.

### **4. Mejora y conservación de ecosistemas como ámbito donde desarrollar la compensación. Bancos de tierra y bancos de biodiversidad. Medidas compensatorias de proyectos de transporte.**

### **5. Diagnósticos y conclusiones.**

## **Capítulo 3.- Huella del carbono del transporte: el transporte visto desde su génesis**

1. ¿Por qué una huella de carbono en el transporte?

2. Las metodologías de cálculo de la huella de carbono

3. El transporte visto desde su génesis

4. El cálculo de la huella de carbono con MC3

5. Un caso de estudio: la huella del transporte marítimo

## 6. Conclusiones y propuestas

### **Capítulo 4.- Eficiencia energética y emisiones del transporte**

1. 1.- Definición de transporte: acción y conceptos relacionados (energía, mercancías y pasajeros, distancias,...).
  - 1.1. Las infraestructuras
  - 1.2. Los vehículos
  - 1.3. Las rutas
2. Tipos de energía empleados en los transportes: factores de conversión
3. Tipos de emisiones y productos de desecho. Consideración del CO<sub>2</sub> como contaminante estrella de nuestros tiempos
  - 3.1. Transportes de combustión interna
  - 3.2. Transportes sin combustión
4. Desarrollo de una fórmula homogénea de cálculo del consumo de energía y emisiones de CO<sub>2</sub> de cada medio de transporte: definición de los indicadores
  - 4.1. Determinación de los consumos relevantes
  - 4.2. Unidades de referencia del consumo específico
  - 4.3. Homogeneización de la función de consumo
  - 4.4. Homogeneización de la función de emisión

### **Capítulo 5.- Medidas desarrolladas y por desarrollar hacia la consecución de un modelo de movilidad sostenible**

1. Movilidad y desarrollo sostenible: ineficiencia del sistema actual de movilidad
2. Necesidad de potenciación de la I+D+i en el diseño de un transporte sostenible.
3. Marco Político-Institucional
4. Acciones político-institucionales a desarrollar
5. Acciones acometidas hacia la consecución de un modelo de movilidad sostenible

## **CAPITULO 1.- TRANSPORTE Y SOSTENIBILIDAD: BENEFICIO SOCIAL Y EFECTOS MEDIOAMBIENTALES**

### **1. - Transporte y globalización**

#### **1.1.- Marco general: el transporte como motor de la globalización.**

Durante el siglo XX y en pocos años del siglo XXI el mundo se ha transformado, ha pasado por una cadena de acontecimientos que van desde el fin de la Era Industrial, el fin de la Postguerra (dos Guerras mundiales), derivando en el equilibrio hegemónico marcado con la Guerra Fría entre los dos bloques dominantes en la segunda mitad del siglo XX (la entonces URSS y EEUU).

Después y tras el fin de la Guerra Fría son muy distintos los acontecimientos que empiezan a controlar la organización del planeta: aparición de Internet con gran efecto globalizador, la crisis y la caída de los estados comunistas y la crisis del socialismo y de la social democracia. Al tiempo aparecen guerras como expresión de diferentes nacionalismos, donde se dirimen conflictos territoriales marcados con cuestiones étnicas y religiosas. En este mismo escenario aparecen movimientos ecologistas y organizaciones no gubernamentales, que surgen como respuesta y contrapeso a los abusos en el marco de los derechos humanos y a los grandes procesos devastadores del planeta: la deforestación de la Amazonía, los primeros síntomas e indicios del calentamiento global, etc. Como elemento diferenciador a lo entonces conocido, empieza a surgir un nuevo orden, se pone en cuestión el concepto del Estado-Nación, y emerge la identidad de los pueblos. En todo el planeta surge un nuevo valor como denominador común de todo el sistema productivo, la financiación de la economía, con el consiguiente predominio del mundo financiero (los mercados), con más fuerza incluso que las propias decisiones tomadas en las urnas por los ciudadanos, anteponiendo sus decisiones al propio orden político. Los mercados financieros surgen como nueva estructura de poder que condiciona las políticas de los estados, incluida la de medio ambiente, disminuyendo su papel tradicional como elemento compensador para preservar valores sociales que estructuran la sociedad y mejoran la calidad de vida de los ciudadanos de hoy, y no olvidan el futuro de las nuevas generaciones.

En el plano político toma protagonismo una única potencia, los Estados Unidos, y entre sus principales aliados en el concierto global toman fuerza Japón y Alemania. En la sombra surgen potencias con significación en lo económico y en el orden social (China e India), por su doble importancia en el mundo globalizado: por la dimensión de sus mercados de producción y por el poder como mercado de consumo.

En todo este despliegue de oportunidades e intereses el transporte y las comunicaciones juegan un papel preeminente. Amparado en los bajos precios del combustible, el transporte permite grandes flujos comerciales, y posibilita el trasvase desde un punto a otro del planeta de materias primas, residuos peligrosos y productos elaborados de alto valor añadido, rompiendo los viejos principios de autarquía y

seguridad de suministro nacional que habían dominado en etapas anteriores y que toman sentido estratégico ante cualquier posible contingencia derivada del abuso de autoridad de ciertos países al querer imponer intereses propios, manejando el abastecimiento de ciertos suministros. En definitiva, la aparición de un mundo cada vez más globalizado.

Las telecomunicaciones han permitido la puesta en escena de otro tipo de producto igualmente cotizado en el mundo globalizado, la organización del mercado de las finanzas, que mueven diariamente importantes transacciones comerciales por encima del valor de generación de riqueza medido como Producto Interior Bruto anual (PIB) de muchos estados. Es lo que se está denominando la desmaterialización de la economía, apareciendo una economía financiera en ocasiones no sustentada por valores de producción reales. Internet y el conjunto de redes sociales ofrecen un mercado que se amplía por cada nuevo usuario incorporado a la red, aumentando el valor del servicio para todos los participantes, lo que supone contar con más interlocutores en el total del sistema, con más clientes, más información y multiplicidad de servicios.

### **1.2.- Descripción del marco actual del transporte y las comunicaciones: flujos comerciales.**

La movilidad de los bienes y de las personas ha crecido de forma vertiginosa en la última década, pero estos grandes flujos no tienen un reparto homogéneo en la geografía del planeta. Esta distribución nada homogénea responde a procesos liberalizadores gobernados por grandes grupos de poder, que han propiciado el desarrollo de unas regiones en detrimento de otras, a merced de los intereses marcados por los grandes grupos empresariales con dimensión de multinacional y por los grandes operadores del transporte.

Observando las cifras del comercio a escala planetaria, tanto del volumen del comercio de mercancías como en volumen de negocio en dólares, destaca sobremanera los intercambios que mantienen Europa Occidental, América del Norte y Asia entre sí. El flujo comercial entre Europa y América del Norte es favorable a las exportaciones europeas, en cambio, con Asia los flujos comerciales son mayores en la dirección de las exportaciones de Asia hacia el continente europeo. Después de Europa es Asia el continente que mantiene mayor volumen de comercio de mercancías, exportando sobre todo a América del Norte y Europa. Las importaciones de Asia provienen de Europa y de América del Norte, y en menor cuantía de los Estados del Golfo. De menor volumen de negocio son las transacciones de América del Norte con Europa y Asia, y que son claramente deficitarias para América del Norte, importan mayor número de mercancías en valor monetario en relación a lo que exportan. Señalar que tiene mucha importancia el comercio en el interior de Europa Occidental, América del Norte y en menor cuantía en el continente asiático. La Europa del Este y los países de la antigua Unión Soviética mantienen relaciones sobre todo con el continente europeo, donde exportan más que importan. El hemisferio sur (América del Sur y África) mantiene un volumen comercial inferior al resto de los



continentes. América del Sur mantiene relaciones comerciales con América del Norte, y en menor proporción con Asia. Por otra parte, África mantiene relaciones con Europa Occidental y en menor cuantía con América del Norte y Asia.

Una vez que se han descrito los flujos comerciales y el volumen de negocio de éstos a escala planetaria, se pasa a describir los diferentes modos de transporte que permiten las transacciones comerciales y la movilidad de las personas.

Ante la dificultad de encontrar estadísticas que detallan el uso de los diferentes modos de transporte a nivel mundial, pasamos a valorar el transporte de viajeros y mercancías interno, expresado en viajeros-km y toneladas-km respectivamente, en los países que integran la UE-27, EE.UU., China, Japón y Rusia, que representan el motor de la economía global. En cambio, sí existe constancia de que la carretera es el modo de transporte universal<sup>1</sup>, ya que consume más del 80% de la energía mundial del sector del transporte, tendencia que parece que se mantendrá en el futuro. Hasta ahora, el transporte por carretera, en sus diferentes modos, y de manera preeminente el vehículo privado (en viajeros) y el camión (en mercancías), ha sido el modo capaz de dar una respuesta a las necesidades de movilidad de nuestra sociedad.

### Transporte de viajeros

La carretera tiene un fuerte peso en la movilidad interior de las personas en los países analizados, soportando el 71% de los desplazamientos medidos en viajeros-km. En el transporte aéreo recae el 10% de esta movilidad y el ferrocarril genera en torno al 9% de viajeros-km. El transporte marítimo ocupa un espacio residual en el transporte de viajeros, 0,3% de la movilidad interior de estos países. Si en vez de analizar la movilidad intracomunitaria o interior de este grupo de países se hubiera descrito el tráfico de pasajeros entre los diferentes continentes, el tráfico aéreo tomaría mayor peso.

Analizado el indicador viajeros-km de carretera en los países descritos<sup>2</sup>, el que acapara la mitad de esta movilidad es EE.UU., EU-27 el 35,5% y a mucha distancia se posicionan China y Japón.

Muy por detrás de la carretera, el aéreo es el siguiente modo más importante en tráfico interior de viajeros. Si nos fijamos en los países mencionados, EE.UU. supone el 48% de los viajeros-km, la UE-27 el 27,6%, China el 14%, Rusia 6% y Japón el 4%. El tráfico aéreo mundial de pasajeros (internacional e interior) para el año 2009 supera los 2.000 millones de pasajeros. Habría que destacar el caso de EE.UU. que supone casi un 29% de la movilidad aérea mundial<sup>3</sup> expresada en viajeros-km. Un 9% de ese porcentaje corresponde a las líneas internacionales y un 20% a las líneas de cabotaje estadounidense. La ubicación geográfica de los principales aeropuertos confirma las desigualdades espaciales y acentúa la tendencia mundial a la concentración urbana

<sup>1</sup> Fuente: El Atlas. Le Monde Diplomatique.

<sup>2</sup> EE.UU., UE-27, Japón, Rusia y China.

<sup>3</sup> 190 países que forman parte de la Agencia Internacional de Aviación Civil



en torno a grandes metrópolis en las principales ciudades europeas, americanas y asiáticas. En la Figura 1, se puede observar el tráfico mundial de aeropuertos con más de 20 millones de pasajeros, que se corresponde con la información aquí vertida.

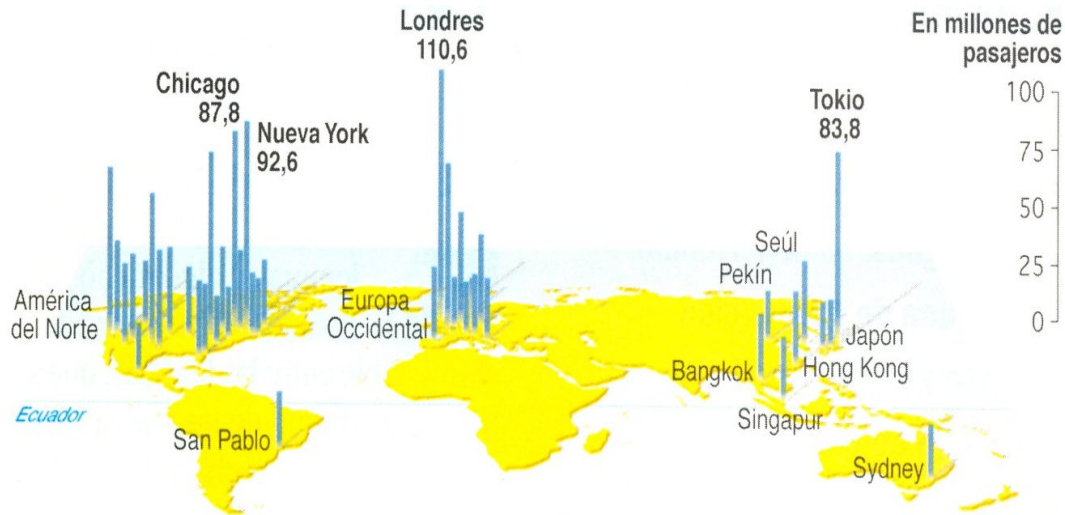


Figura 1: Tráfico mundial en aeropuertos con movimiento de más de 20 millones de pasajeros. Año 2000.

Fuente: El Atlas. Le Monde Diplomatique. Abril 2003.

El ferrocarril transporta un nivel equivalente de pasajeros al aéreo en el ámbito interregional, pero su nivel de uso es más parecido en los distintos países. China es el que más viajeros-km transporta (39,6%), seguida de la EU-27(25,4%), Japón (20,4%) y Rusia (11,6%). EE. UU. marca cierta diferencia porque sólo acapara el 3% de la movilidad considerada. No es de extrañar que en este país, dentro de los planes de reactivación de la economía, se haya incluido como propuesta la construcción de nuevas líneas de alta velocidad para el transporte de personas.

Por último, el transporte marítimo representa una muy pequeña parte de la movilidad nacional de viajeros, con un 0,3% de participación en los países analizados.

### Transporte de mercancías

Si hablamos del transporte de mercancías, el transporte marítimo es el más utilizado en las transacciones intercontinentales de mercancías, representando el 80% del transporte mundial, aunque existe otro a lo largo de las costas que es el de cabotaje. Además se cuenta con el transporte interior o fluvial, que tiene en Europa una vía muy importante de comercio interior en países como Francia, Alemania, Países Bajos y Bélgica.

Si nos referimos al bloque de países estudiados el transporte marítimo es el modo dominante, aun sin tener en cuenta el transporte intercontinental de mercancías, sólo el continental y fluvial representa el 36% del transporte en toneladas-km, el ferrocarril

también tiene un fuerte peso con un 29% de toneladas-km transportadas, la carretera el 21% y la tubería cerca del 14%.

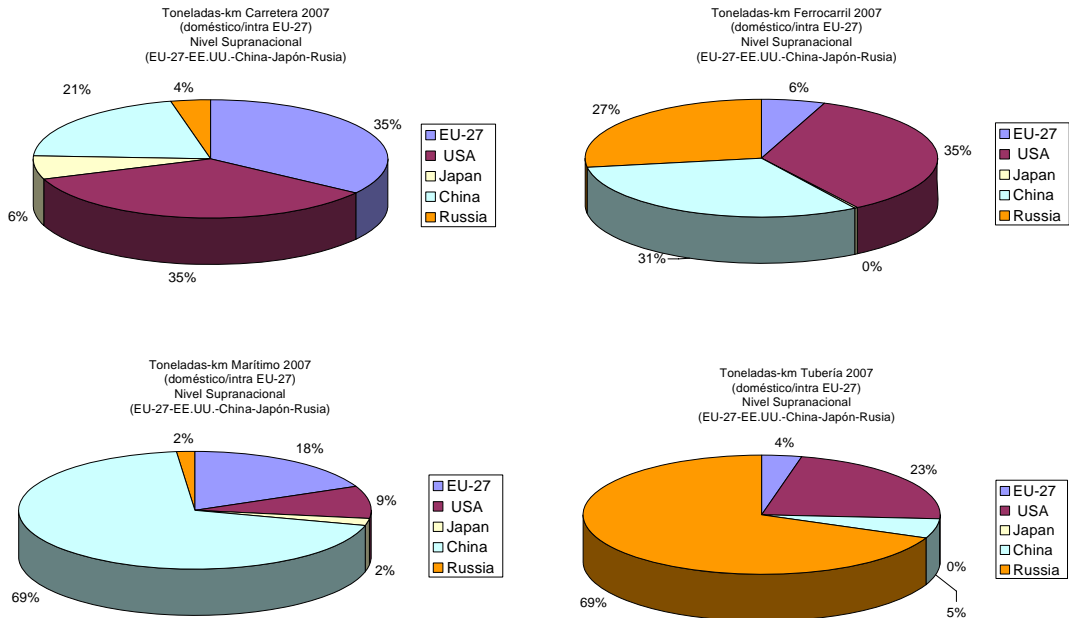


Figura 2. Participación de los diferentes modos de transporte en la movilidad de mercancías en los países estudiados.

Fuente: Comisión Europea. Statistical Pocketbook. EU energy and transport in figures 2010.

Como se ve en la Figura 2, destaca China por el peso del transporte marítimo-fluvial de mercancías (69% del total de toneladas transportadas). En el apartado anterior EE.UU. se significaba por la baja presencia en el transporte por ferrocarril de pasajeros, comportamiento que corrige en el transporte de mercancías, donde, de entre todos los países estudiados, transporta el mayor volumen. China y Rusia también tienen mucha presencia en el transporte de mercancías por ferrocarril.

Las infraestructuras de transporte y el tráfico de mercancías se concentran principalmente en las grandes aglomeraciones urbanas de América del Norte, Europa y los Países Asiáticos del Pacífico, detalle que puede observarse en la Figura 3, que recoge los gráficos de las infraestructuras de transporte de puertos de mercancías.

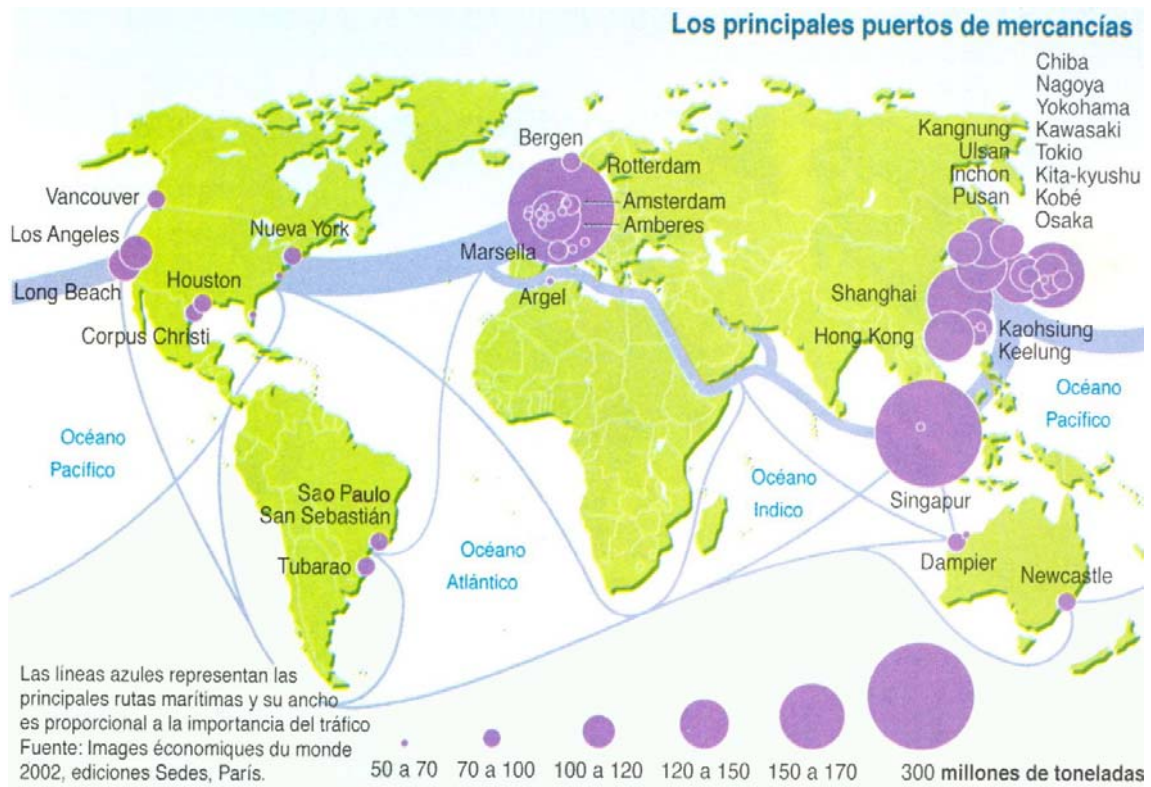


Figura 3. Infraestructuras de transporte de puertos de mercancías.

Fuente: Atlas. Le Monde Diplomatique. Abril 2003.

Los principales puertos marítimos se ubican en la costa asiática del Pacífico, Singapur, Hong Kong, etc. Otro gran polo del tráfico portuario lo integran los puertos ubicados en el mar del Norte: Rotterdam, Ámsterdam y Amberes. En las costa del Pacífico norteamericana destacan los puertos de Los Ángeles y Vancouver.

Los aeropuertos tienen una distribución análoga a los puertos de mercancías, la ubicación geográfica de los principales aeropuertos confirma las desigualdades espaciales y acentúa la tendencia mundial a la concentración urbana en torno a grandes metrópolis, conformando grandes aglomeraciones urbanas en las principales ciudades europeas, americanas y asiáticas.

Algo más de un tercio del comercio internacional (medido en valor monetario) se traslada en avión. Actualmente el sector está sufriendo las consecuencias de la desregulación, que afecta al funcionamiento de las compañías aéreas, a los aeropuertos y de la industria de la construcción.

Los principales productos objeto de intercambio comercial son los energéticos y materias primas, el petróleo y sus derivados representan cerca de la mitad de los intercambios (toneladas-km), el carbón en torno al 10%, los cereales el 5% y minerales el 10% y otras mercancías casi la tercera parte.

### **1.3.- Fragmentación y grandes diferencias en el espacio global: exigencias de bienestar social y de medioambiente.**

Existe un planeta de ricos donde se disfruta de niveles aceptables de bienestar social, derechos humanos, y en “teoría” respeto al medioambiente. Respeto que supone preservar la calidad de vida de los ciudadanos que habitan hoy el planeta, pero que supone la mejor salvaguarda para las futuras generaciones. En este mismo escenario otra parte muy importante del planeta no tiene la oportunidad de satisfacer las mínimas necesidades sanitarias, acceso a la educación y a la justicia social. Estas grandes diferencias son las que favorecen el atropello de intereses económicos, que para obtener mejoras en sus cuentas de resultados buscan países menos desarrollados donde poner en marcha sus actividades productivas y de negocio, amparados por el bajo o inexistente nivel de exigencia de derechos sociales, y nulas limitaciones de carácter medioambiental.

Estas grandes diferencias son las que están posibilitando muchas de las deslocalizaciones industriales a países en vías de desarrollo y con estructuras productivas ancladas en una sociedad organizada por y para favorecer los intereses económicos de la riqueza fácil y sin cortapisas.

Las deslocalizaciones de procesos productivos alcanzan hoy a todos los sectores industriales y de servicios, y han llegado a las áreas de alto valor añadido. La expansión de la deslocalización podría abrir una esperanza a la clásica teoría de la división internacional del trabajo, para procurar un desarrollo globalmente armonioso mediante la especialización productiva de los mundos.

Las multinacionales están actuando como las impulsoras de las fuerzas motrices de todos estos procesos, cuya motivación es mejorar su rentabilidad financiera al pasar de un país a otro, poniendo en competencia las diferencias socioproductivas entre los dos mundos, diferencias de salarios, cargas sociales, niveles de productividad, legislación social, ventajas impositivas y limitaciones para la protección del medioambiente.

Estas fuerzas frustran cualquier perspectiva de verdadero desarrollo económico y social, lo que no plantea una estrategia de las diferentes fuerzas sociales para construir una verdadera alternativa a la globalización liberal. Su único afán es generar competencia entre los trabajadores, sin importar que se rompan los equilibrios ambientales y sociales de otras zonas del planeta.

#### **1.4.- Factores del cambio.**

Una conciencia social más generalizada y consciente de cuáles son las fuerzas motrices que gobiernan las relaciones del planeta podría suponer un posible punto de anclaje para protagonizar un cambio de rumbo que tuviera en cuenta otros valores que permitieran establecer otro orden de cosas. Valores como la equidad social, el respeto al medio ambiente, la mejora de la calidad de vida del ciudadano y el de las generaciones venideras, para preservar y devolver el patrimonio natural que nos ha sido legado, podrían ser los ejes de acción de las futuras gobernanzas de los estados.

Es hora de que se cultive una conciencia más generalizada que entienda que para muchos millones de seres humanos el seguir creciendo en Producto Interior Bruto (PIB), no viene acompañado de una mejora de su calidad de vida. Mejorar en riqueza tal y como se entiende en nuestra sociedad, no supone más bienestar y equidad social.

Debemos ser conscientes de que el actual modelo de desarrollo es consecuencia del concepto de desarrollo surgido de una era industrial, que no responde a un proceso racional y equilibrado de crecimiento, sino a un planteamiento donde únicamente se compara el crecimiento de cada período con el obtenido en la etapa anterior. Donde se valora únicamente la cantidad bienes de producción, sin entrar en otro tipo de variables de análisis: calidad de los bienes y servicios, respeto por el medio ambiente.

Como reacción a este modelo de desarrollo, diferentes entes supranacionales y grupos de pensamiento han intentado plantear algunas otras opciones de crecimiento económico que pusieran cierto freno a este continuo crecimiento de todo este período. En este sentido este debate se impulsó en el seno de la Organización de Naciones Unidas (ONU) y como resultado y conclusión se elaboró el informe Brundtland (1987), que propuso el concepto de desarrollo sostenible, como término de difícil cuantificación "responder a las necesidades del presente sin comprometer la posibilidad de que las futuras generaciones puedan satisfacer las suyas".

Otros compromisos, como el Protocolo de Kioto, no escapan de un planteamiento liberal de entender la economía y de los sistemas de producción. Esta herramienta representa un recorte de las emisiones de gases de efecto invernadero en un 5% a nivel global en el periodo 2008-2012, y donde para conseguir estos objetivos el régimen de comercio de emisiones incorpora unos mecanismos de mercado que permiten seguir produciendo siempre que se respete unas reglas de juego, por lo que apenas este nuevo mercado puede representar un avance en la resolución de los problemas sociales y ecológicos que anteriormente se han planteado.

Tampoco se puede pensar que las mejoras medioambientales puedan venir como consecuencia de mejoras tecnológicas, aunque sin duda puedan contribuir a optimizar



la manera de usar los recursos y la energía, minimizando los impactos generados por la actividad productiva.

Otra posible alternativa es el “decrecimiento” de las actividades económicas tal y como se tienen concebidas. Los defensores de esta teoría no distinguen entre crecimiento y desarrollo, entendido este último como crecimiento para optimizar el uso y consumo de los recursos. Por lo que esta opción propone un decrecimiento sin paliativos.

Pero se puede valorar una tercera vía, mucho más matizada que pasaría por definir un nuevo marco de entendimiento en cuanto a necesidades a cubrir para los países en desarrollo. Este tipo de planteamiento se asienta en explorar otras formas de proceder que mejoren los derechos de los más desprotegidos:

- Los pueblos de la Tierra tienen derecho a satisfacer sus necesidades básicas alimentación, sanidad, educación, higiénico–sanitarios y de libertad.
- Este planteamiento trae parejo para estos pueblos o regiones un período de crecimiento inicial para llegar a un nivel básico, que ha de estar cuantificado para poder diferenciar lo necesario de lo superfluo.
- Esta nueva opción abre otras posibilidades como: la calidad de los servicios, frente a la oferta desmedida y para unos pocos.

En esta última vía toma especial relevancia el papel del Estado como elemento de organización, planificación y redistribuidor de riqueza, para lo que se le ha de dotar de alta capacidad de gestión con la que ejercer un papel modulador de tendencias y de desmanes de unos intereses frente a otros. Postulados que sin duda chocan con las tendencias neoliberales que gobiernan Europa y buena parte del planeta.

Sería sensato plantearse un modelo que desvinculara el desarrollo humano con el aumento de la producción y el consumo. La nueva era plantearía un crecimiento para mejorar la utilización de los recursos y la forma de obtener los bienes y servicios.

La publicación de 1972 del I Informe Meadows, del Club de Roma “los límites al crecimiento”, cuestionó el crecimiento económico continuado que ocupaba un lugar importante en el discurso reinante.

Este informe subraya la evidente inviabilidad del crecimiento acumulativo continuado, y por tanto exponencial, que sólo se podría dar de forma muy transitoria en un período muy corto de la vida de la Tierra.

Este pensamiento queda perfectamente materializado en un ejemplo gráfico que pone fuera de contexto la hipótesis: si la humanidad siguiera creciendo a una tasa cercana al 2% anual, en menos de dos milenios alcanzaría una masa similar a la del planeta Tierra, y si prosiguiera a ese ritmo, en pocos milenios más, su masa se aproximaría a la estimada por el conjunto del Universo.

Esto pone en evidencia la irracionalidad que plantea el postulado del crecimiento económico, que cifra la salvación de la humanidad en el continuo aumento de los bienes y servicios.

Después de toda esta enumeración de posibles alternativas, planteadas como soluciones paliativas, deberíamos interrogarnos para conocer mejor el origen y las fuerzas que gobiernan lo que conocemos como actual orden del mundo, para así poder corregir el rumbo seguido. Estas fuerzas están representadas por los diferentes intereses económicos, personalizados en las multinacionales y los grupos bancarios, que no cuentan con contrapesos equivalentes a su poder, y que puedan corregir los excesos que suponen conseguir sus objetivos.

Los intereses de la sociedad civil para neutralizar estas tendencias, son canalizados a través de ONG (Organizaciones no Gubernamentales). La aparición de las ONGs supuso un avance hacia la lucha y expresión de una sociedad civil global. Representan a movimientos sociales como respuesta a fenómenos de masas, propios de cada momento social, de grupos unidos por uno o varios objetivos y que se presentan como actores en el medio político nacional o internacional.

Otro intento de reacción dotado de poder de influencia y movilización para contrarrestar estos intereses, está representado por la ONU (Organización de Naciones Unidas), que facilita la cooperación en asuntos como el desarrollo económico y social, que en sucesivas ocasiones ha cuestionado la pretensión estadounidense de subordinar el destino del planeta al de sus intereses como nación dominante, aunque como en muchos casos se ha denunciado, ésta ha servido de herramienta de legitimación de las acciones de las grandes potencias y por tanto de salvaguardia de los intereses de los grandes.

Hoy como resultado de este gran experimento nos encontramos en la antesala de varias crisis económicas, que tienen su origen en la desregulación de los mercados financieros, y para cuya contención se pondrá en juego importantes derechos sociales conseguidos en etapas anteriores, con consecuencias directas en los logros medioambientales y del bienestar social. Todo este conjunto de acontecimientos tiene marcado otra fecha en el calendario, la fecha que pone fin a la era del petróleo y que abrirá otra crisis, "la energética", en parte consecuencia de la insensatez del poder reinante al aplazar la solución a los problemas, actuando siempre con un sentido de máxima voracidad, procurando siempre la rentabilidad inmediata, y actuando como si todos los recursos fueran eternos e inagotables.

Esta nueva crisis, la energética, empieza a tomar forma desde el año 2010, año en el que se ha llegado al máximo de los previsibles descubrimientos y a la máxima producción de petróleo, cuya explotación se estima que durará hasta el 2050. Este dato también resulta controvertido por las sobrevaluaciones fraudulentas dadas sobre la productividad de las extracciones, consecuencia de las presiones comerciales, fiscales y políticas de los mercados financieros. En estas condiciones las compañías petroleras dan cifras más bajas del tamaño de los yacimientos con el fin de obtener mejores resultados financieros, en relación a sus obligaciones fiscales.



Todas las previsiones apuntan a que estamos justo en la mitad de la era del petróleo. Esta nueva etapa será de transición para un recurso que empieza a ser escaso, y donde el camino hasta su fin no será fácil porque los sistemas de producción no se han preparado para optimizar los consumos del uso de la energía. Tampoco lo ha hecho el sector de los servicios, marcando tendencias de ahorro y eficiencia en el consumo energético. La era de los combustibles fósiles está cuantificada en el tiempo, aunque un aumento de los precios de los combustibles podrían aplazar la fecha prevista de agotamiento de las reservas energéticas (hacer rentable la explotación de arenas bituminosas que actualmente son un recurso sin valor). Todo apunta a un horizonte temporal de agotamiento de 40 años para el petróleo, al ritmo actual de explotación, 50 años para el gas natural y la estimación de reserva para el carbón van desde 50 años a varios siglos, cifra variable que depende de las limitaciones impuestas por las características extractivas del yacimiento, valor energético y contaminante del recurso carbonífero.

## **2.- Organización territorial y social del transporte**

Tras contextualizar en el apartado anterior el lugar que ocupa el transporte en un mundo tan globalizado, en este segundo apartado se pretende hacer una revisión de lo que supone el transporte en la organización territorial de las regiones y de sus ciudades. Analizar qué aspectos tienen que garantizar los servicios públicos y privados, y cómo se debe aprovechar las posibilidades de la planificación territorial del transporte con las ventajas de la intermodalidad, procurando buscar la eficiencia en la organización territorial de los servicios públicos y privados y en la optimización de los recursos. En nuestras sociedades comienza a plantearse un debate añadido, relativo a la regulación (o limitación) del derecho a la libertad de movilidad de las personas y las instituciones. En qué medida los Estados y otras administraciones pueden o deben implicarse, y con qué instrumentos, en ordenar la generación y reparto de los flujos de movilidad.

También se analizará lo que representa el transporte tanto en la generación de empleo, como en la generación de renta, lo que ayudará a conocer con más precisión la repercusión que cierto tipo de políticas puede suponer en el sector.

### **2.1. Intervención pública: La Regulación de la movilidad.**

Establecer una regulación a la movilidad, sea sobre personas o mercancías, implica reconocer de facto la necesidad de intervenir por parte de las Administraciones en sentido amplio, poniendo límites al desarrollo de una actividad por causas que pueden ser diversas. En el caso del transporte y la movilidad, la justificación de esta necesidad de intervención (llegando a establecer servicios públicos en determinados casos) reside fundamentalmente en ese papel predominante que ya hemos explicado que tiene el transporte para el funcionamiento de nuestra sociedad.

La intervención de las Administraciones en la regulación del transporte y la movilidad es algo ya asumido, y que prácticamente ninguna sociedad desarrollada no aborda. Podemos decir que la desregulación total, aplicada al transporte, no existe, incluso en países de gran tradición liberalizadora como Estados Unidos o el Reino Unido. Más aún, en estos países, se plantea la necesidad de dotar a los entes reguladores y planificadores de un mayor control sobre la provisión de los servicios de transporte.

Resulta fundamental abordar una perspectiva concreta de esta intervención pública en el transporte, y es la que se produce cuando la Administración pública plantea que es preciso intervenir en la ordenación del modelo de transporte a la vista de sus efectos sobre la sostenibilidad económica, social y ambiental. Asistimos actualmente a este proceso, y es frecuente ver cómo los diferentes planes y políticas de inversión y regulación en transporte se fundamentan o se pretenden justificar en objetivos de esta naturaleza.

#### La regulación de la movilidad desde la Unión Europea

Se parte del hecho, por todos aceptado, de la necesidad de intervenir desde el poder público para regular esta actividad, el debate surge a la hora de abordar “la intensidad” de esa intervención pública, y la “forma reguladora” que se aplica. En esto no hay consenso a nivel internacional, ni dentro de la propia Unión Europea.

Entre otras posibles vías de intervención, surge con fuerza el concepto de la Obligación de Servicio Público, entendida como aquellas imposiciones que efectúa una Administración (en este caso sobre el sistema de transporte) para garantizar un derecho que considera esencial para la sociedad. A nivel comunitario, la propia Unión Europea ha decidido intervenir en este sentido, al reconocer que a pesar de existir una oferta competitiva que ha inyectado cierto dinamismo al transporte, la cuota del mercado de los transportes públicos (viajeros) ha seguido disminuyendo ante la competencia del automóvil privado. Entre 1970 y 2001, según datos de la UE, la cuota del automóvil aumentó del 73,8% al 78,2%, y la de los transportes colectivos terrestres (autobús y ferrocarril) se redujo del 24,7% al 16%.

El Reglamento 1370/2007 UE sobre servicios públicos de transporte de viajeros por ferrocarril y carretera constituye actualmente el marco de referencia que rige la definición de Obligaciones de Servicio Público en materia de transporte. La realidad es que el Reglamento tiene una aplicación limitada, especialmente si se compara con las primeras versiones de este documento que fueron objeto de revisión, permitiendo todavía márgenes de discrecionalidad importantes para los Estados (como el mantenimiento de excepciones de apertura a competencia para transportes urbanos o el ferrocarril en su conjunto, dominados por grandes monopolios públicos).

En cualquier caso, el Reglamento 1370/2007 reconoce que actualmente numerosos servicios de transporte terrestre constituyen una necesidad en términos de interés económico general, y que dichos servicios no presentan posibilidades de explotación comercial pero deben estar mantenidos. En estos supuestos, las autoridades

competentes de los Estados miembros deben poder intervenir para asegurar la prestación de esos servicios. Y entre los mecanismos que pueden utilizar para garantizar que se presten los servicios públicos de transporte (según reconoce el Reglamento 1370) se encuentran: la adjudicación de derechos exclusivos a los operadores de servicio público, la concesión de una compensación financiera a los mismos y el establecimiento de reglas generales de explotación de los transportes públicos aplicables a todos los operadores. Si los Estados miembros, de acuerdo con lo que dispone el Reglamento, optan por excluir normas generales de su ámbito de aplicación, se debe aplicar el régimen de ayudas estatales.

Pese a sus limitaciones y excepciones, el Reglamento 1370/2007 establece importantes novedades en materia de ordenación e intervención por parte de las diferentes Administraciones públicas en el sistema de transporte. El objetivo del Reglamento es definir las modalidades según las cuales las autoridades competentes pueden intervenir actualmente en el sector del transporte público de viajeros para garantizar la prestación de servicios de interés general que sean más frecuentes, más seguros, de mayor calidad y más baratos que los que el simple juego del mercado hubiera permitido prestar.

La “Obligación de Servicio Público” se define como toda aquella exigencia definida o determinada por una autoridad competente a fin de garantizar los servicios públicos de transporte de viajeros de interés general que un operador, si considerase exclusivamente su propio interés comercial, no asumiría o no asumiría en la misma medida o en las mismas condiciones sin retribución. Partiendo de esta idea, este es el marco regulador a partir del cual las Administraciones deben adecuarse a partir de ahora a la hora de establecer sus objetivos de política de transporte. Cualquier imposición de servicio de transporte que no tenga una naturaleza comercial debe considerarse una Obligación de Servicio Público, y pasar a definirse (y materializarse) como establece el Reglamento.

El Reglamento define las condiciones en las que las autoridades competentes, al imponer o contratar obligaciones de servicio público, compensan a los operadores de servicios públicos por los costes que se hayan derivado y conceden derechos exclusivos en contrapartida por la ejecución de obligaciones de servicio público.

La entrada en vigor del Reglamento 1370/2007, desde diciembre de 2009, a pesar del periodo transitorio que contempla para la adaptación de los Estados miembros, constituye ya un marco nítido que deben seguir las Administraciones a la hora de fijar sus objetivos de política de transporte. La intervención pública, cuando ello suponga establecer niveles mínimos de provisión de servicio de transportes no comerciales, debe estar sustentada siempre en la definición de Contratos de Servicio Público. Dicho marco de referencia, pese a las excepciones que contempla, supone un elemento de transparencia y de eficacia al ordenar la provisión de los servicios de transporte público. La selección de los Operadores de transporte colectivo debe hacerse siempre a través de procesos de concurrencia competitiva (aunque se mantienen importantes salvaguardas para los monopolios de las empresas públicas), y, lo que es más

importante a los efectos de este documento, las Administraciones deben explicitar los objetivos y el contenido de los servicios públicos que desean establecer.

Dichos objetivos, en materia de servicios públicos de transporte, se están fundamentando cada vez en mayor medida en criterios de sostenibilidad económica, social y ambiental. Corresponde a las Administraciones, y este es el verdadero reto en el momento actual, desarrollar este nuevo modelo de regulación y contratación de las Obligaciones de Servicio Público: fijando políticas de transporte que no supongan apoyos directos o casi exclusivos a un determinado modo (como ha sido a lo largo del tiempo la carretera o el ferrocarril), sino a aquellos modos que realmente satisfacen una necesidad y un objetivo de transporte, explicitados ambos en una Obligación de Servicio Público definida de antemano.

En este nuevo modelo, la priorización de las inversiones y las subvenciones públicas no deben ir dirigidas a favorecer un modo o un sector concreto, sino a aquella alternativa de desplazamiento colectivo (y a aquel operador) que sea capaz de garantizar el nivel de servicio de transporte deseado al menor coste económico, social y ambiental posible.

La realidad actual todavía está lejana a este escenario. Pero, al menos, el disponer ya de un marco regulador como el que establece el Reglamento 1370/2007 (pese a sus limitaciones), las restricciones económicas severas que está atravesando el país y sus diferentes Administraciones públicas, unido todo ello a la necesidad acuciante de actuar sobre nuestro modelo de transporte para cumplir los objetivos ambientales que tenemos marcados como país, pueden permitir un avance más rápido en los próximos años hacia esta racionalidad en la planificación y ordenación del sistema de transporte. En este contexto, la sostenibilidad del modelo de transporte debe basarse en minimizar las externalidades que su actividad traslada a la sociedad.

Un elemento añadido que ralentizará este proceso de adaptación es el hecho de que la gestión de la sostenibilidad medioambiental es ajena a los órganos administrativos tradicionales del transporte, y el sector del transporte es considerado todavía como sector difuso. La gestión del sistema de transporte es parte y se ve afectada por los criterios de que se acuerden en políticas de infraestructuras, energéticas, ambientales, etc.

La relevancia de las Políticas de Transporte como instrumento fundamental para el Desarrollo Sostenible implica el trabajo coordinado de Administraciones diferentes (Transporte, Economía, Infraestructuras, Medio Ambiente), y ámbito territoriales superpuestos (Nacional, Autonómico, Local). Es necesario establecer mecanismos eficaces de coordinación entre Administraciones, y políticas transversales alineadas entre sí.

Las competencias de medio ambiente cada vez son más relevantes en la toma de decisiones sobre Políticas de Transporte: Planificación de las Infraestructuras, Ordenación del Sistema de Transporte, Eficiencia energética.

Reflexiones sobre la accesibilidad a los servicios de transporte público desde la óptica de una autoridad de transporte

Es evidente que España no tiene bien planteado y mucho menos resuelto el problema de la movilidad, tanto en transporte privado como público. No tenemos desarrollada la conciencia colectiva de que el transporte es uno de los principales problemas de nuestro modo de vida tan insostenible.

Pero, por mucho que los individuos quieran optar por moverse en transporte colectivo, las dificultades que encuentran en oferta y calidad de servicios de transporte público, a excepción de algunas aglomeraciones urbanas y sus entornos más cercanos, hacen que disientan del intento y acaben recurriendo al uso del vehículo privado.

Las políticas generales de la estrategia económica nacional parecen indicar claramente que el ciudadano ha de tener un vehículo privado. La industria automovilística es una fuente de renta importante para España, y así lo demuestran distintas actuaciones recientes de los últimos gobiernos, incluyendo el actual. Partiendo de esta premisa es difícil decirle al ciudadano que cuando valore si usar su coche o utilizar el transporte público ha de incluir los gastos asociados al seguro, la amortización o el garaje, puesto que él YA tiene coche y eso lo va a pagar igual, use o no el autobús, tren o metro para desplazamientos urbanos o de cercanías.

Actualmente, en el ámbito interurbano, la política del Gobierno se dirige hacia la construcción de líneas ferroviarias de alta velocidad (AVE), que si bien fomenta el uso de este sistema de transporte público, para rentabilizar la elevada inversión de la construcción de la infraestructura en un período de tiempo razonable, conlleva establecer una tarifa al usuario muy elevada, haciendo que se este modo de transporte se destine casi en exclusiva a las clases sociales más pudientes. A este hecho se une el abandono de muchas líneas ferroviarias convencionales, que permitían el acceso a gran cantidad de pequeñas poblaciones del país, motivado porque hasta la fecha los gobiernos no han querido o sabido impulsar este modo de transporte más allá de las líneas de AVE mencionadas.

Entre todos los modelos de transporte públicos conocidos, el más arraigado en nuestro país es el autobús, puesto que la configuración y ordenación del territorio y el predominio de la infraestructura vial, lo han hecho posible, en detrimento del transporte ferroviario que en determinadas distancias podría dar mejores prestaciones que éste, e incluso en tramos en los que la infraestructura ferroviaria está ya construida. Por tanto, todo este conjunto de actuaciones en el ámbito interurbano nos han llevado a que prácticamente sólo el autobús compita económicamente con el vehículo privado.

En el ámbito urbano y metropolitano sí se han dado pasos importantes para impulsar el ferrocarril, y así se ha mejorado y ampliado la red de cercanías de muchas áreas. No obstante, en el ámbito urbano aún se requiere mejorar en intermodalidad, en sistemas de tarificación basados en el "billete único" para los desplazamientos públicos dentro de una misma zona, en nuevas tecnologías y en seguridad y calidad de los servicios prestados. Si bien es cierto que no hay soluciones únicas para todo el

territorio, sí que debería elaborarse una estrategia de actuación común para todas las áreas urbanas, que establezca objetivos y directrices en materia de movilidad y que luego se desarrollase en cada región según las particularidades propias de la misma.

En esta Estrategia las empresas de transporte público deberían desarrollar métodos de fidelización para diferentes tipos de usuarios. Así en el ámbito urbano y metropolitano el pago de ciertos impuestos debería dar la posibilidad de acceso a uso ilimitado de todos los medios de transporte urbano, evitando pérdidas de tiempo, recursos económicos y mejorando la calidad de vida del ciudadano. En muchos ayuntamientos ya existen tarifas reducidas para las personas con menores ingresos, olvidando que el resto que declaran mayores recursos, distan mucho de ser ricos.

En zonas de población dispersa donde la necesidad del vehículo privado es patente, utilizar este para poder tomar un medio de transporte público por ejemplo para un trayecto de cercanías (30-80 Km) puede salir muy caro ya que dejar el coche en un parking cercano a la estación mas el billete de cercanías puede suponer más dinero y mas tiempo que viajar con tu coche de forma privada de puerta a puerta, y eso aun en los casos en los que esto se haga a diario. Solo motivaciones como la seguridad o la posibilidad de aprovechar el tiempo inclinan a tomar esa decisión.

Hay colectivos que tendrían que estar protegidos per se, porque representan el futuro, y hacerse con ese mercado debería ser un objeto prioritario porque se asegura la educación de las nuevas generaciones. Si un joven se engancha al vehículo privado es seguro que no se recuperará jamás, a no ser que se apliquen drásticas medidas restrictivas que hagan imposible la movilidad diaria en vehículo privado. En este sentido los jóvenes deberían estar especialmente cuidados en cuanto al acceso al transporte público, independientemente del poder adquisitivo que declaren sus padres. Tratamiento favorable a mantener no sólo en los transportes urbanos, también en el interurbano y en el de largo recorrido. Así para los estudiantes universitarios y de enseñanzas medias la movilidad es cultura y en muchos casos necesidad. No pueden ni deben pagarlo como si de un artículo de lujo se tratase.

Para remarcar mas la estrategia de defensa de la industria del automóvil y por tanto la invitación real a que los ciudadanos tengan vehículo privado podemos ver que entre los planes del gobierno actual se encuentra una fuerte apuesta por el uso del vehículo eléctrico, que permite una autonomía de hasta 100Km, y que acompañada de la debida implantación de una red de puntos de recarga convenientemente distribuida por la superficie urbana, facilite las operaciones de recarga durante las horas valle (nocturnas) en que el precio del consumo de electricidad es más barato. Ésta será una opción que compita en las áreas urbanas, en costes y eficiencia y en la mejora de la calidad del aire, con la que ofrecen los actuales pequeños utilitarios, y sería una opción viable en zonas dispersas del territorio, donde la implantación de transporte público conllevaría costes demasiado elevados.



Las asimetrías geográficas en los servicios de transporte público propician que una gran parte de la población no vea razonable que el uso del transporte público para algunos desplazamientos signifique no tener su vehículo privado, y por tanto los costes que tiene asumidos por adelantado, al menos por ahora, no los incluirá en la valoración final para usar o no el transporte público. Y esto está pasando.

En resumen, los principales puntos en los que hay que trabajar para mejorar la movilidad son:

- Lanzarse a la mejora de los sistemas y plataformas intermodales, que incluyan también conexiones con el vehículo privado y conexiones entre varios de estos para compartir trayectos.
- Avanzar en la búsqueda de tarifas planas del transporte para todos los ciudadanos, considerando que quien opte por el transporte público, aunque pueda permitirse el uso del vehículo privado con los costes que éste lleva asociado, está contribuyendo al bien social.
- Estudio y aplicación adecuada de las tarifas del transporte, tanto en los ámbitos urbanos como metropolitanos e interurbanos, y tomando en consideración las particularidades propias de cada colectivo (jóvenes, tercera edad y otros),
- Intentar que las asimetrías y desigualdades del territorio sean menos acusadas, mejorando la accesibilidad de las regiones periféricas y más desfavorecidas.
- Mejorar de la calidad de los servicios de transporte público (seguridad, confort, fiabilidad, regularidad, frecuencia,...)
- Mejorar del grado de ocupación de los vehículos de transporte colectivo, mediante un dimensionamiento óptimo de la flota de vehículos y mediante una mejor planificación y gestión de las rutas y los horarios establecidos, estableciendo si es necesario en función de la hora servicios especiales con mas oferta de paradas, etc.
- Trabajar en la recuperación del centro de la ciudad. Crear ciudades mixtas en servicios, espacios de trabajo, educación y lugares de esparcimiento, contribuye a evitar desplazamientos innecesarios, con la consiguiente reducción de emisiones y otros gases de efecto invernadero.
- Mejorar y cuidar la movilidad de proximidad. Es tarea de los ayuntamientos que se debe potenciar, porque conocen mejor las necesidades ciudadanas por tratarse de una Administración cercana a las mismas.
- Es necesario convencer al ciudadano de que le compensa usar el transporte público, aunque tenga su coche en casa. Le ha de compensar económicamente, por seguridad, o por rapidez y en todos los casos porque es un bien social del que el mismo y sus descendientes serán beneficiarios.



### Reflexiones sobre la accesibilidad a los servicios de transporte público desde la óptica del ciudadano

Es evidente que España no tiene bien planteado y mucho menos resuelto el problema de la movilidad, tanto en transporte privado como público. No tenemos desarrollada la conciencia colectiva de que el transporte es uno de los principales problemas de nuestro modo de vida tan insostenible.

Pero, por mucho que los individuos quieran optar por moverse en transporte colectivo, las dificultades que encuentran en oferta y calidad de servicios de transporte público, a excepción de algunas aglomeraciones urbanas y sus entornos más cercanos, hacen que disientan del intento y acaben recurriendo al uso del vehículo privado.

Actualmente, en el ámbito interurbano, la política del Gobierno se dirige hacia la construcción de líneas ferroviarias de alta velocidad (AVE), que si bien fomenta el uso de este sistema de transporte público, para rentabilizar la elevada inversión de la construcción de la infraestructura en un período de tiempo razonable, conlleva establecer una tarifa al usuario muy elevada, haciendo que se este modo de transporte se destine casi en exclusiva a las clases sociales más pudientes. A este hecho se une el abandono de muchas líneas ferroviarias convencionales, que permitían el acceso a gran cantidad de pequeñas poblaciones del país, motivado porque hasta la fecha los gobiernos no han querido o sabido impulsar este modo de transporte más allá de las líneas de AVE mencionadas.

Entre todos los modelos de transporte públicos conocidos, el más arraigado en nuestro país es el autobús, puesto que la configuración y ordenación del territorio y el predominio de la infraestructura vial, lo han hecho posible, en detrimento del transporte ferroviario que en determinadas distancias podría dar mejores prestaciones que éste, e incluso en tramos en los que la infraestructura ferroviaria está ya construida. Por tanto, todo este conjunto de actuaciones en el ámbito interurbano nos han llevado a que prácticamente sólo el autobús compita económicamente con el vehículo privado.

En el ámbito urbano y metropolitano sí se han dado pasos importantes para impulsar el ferrocarril, y así se ha mejorado y ampliado la red de cercanías de muchas áreas. No obstante, en el ámbito urbano aún se requiere mejorar en intermodalidad, en sistemas de tarificación basados en el “billete único” para los desplazamientos públicos dentro de una misma zona, en nuevas tecnologías y en seguridad y calidad de los servicios prestados. Si bien es cierto que no hay soluciones únicas para todo el territorio, sí que debería elaborarse una estrategia de actuación común para todas las áreas urbanas, que establezca objetivos y directrices en materia de movilidad y que luego se desarrollase en cada región según las particularidades propias de la misma.

En esta Estrategia las empresas de transporte público deberían desarrollar métodos de fidelización para diferentes tipos de usuarios. Así en el ámbito urbano y metropolitano el pago de ciertos impuestos debería dar la posibilidad de acceso a uso ilimitado de todos los medios de transporte urbano, evitando pérdidas de tiempo,

recursos económicos y mejorando la calidad de vida del ciudadano. En muchos ayuntamientos ya existen tarifas reducidas para las personas con menores ingresos, olvidando que el resto que declaran mayores recursos, distan mucho de ser ricos.

Hay colectivos que tendrían que estar protegidos per se, porque representan el futuro, y hacerse con ese mercado debería ser un objeto prioritario porque se asegura la educación de las nuevas generaciones. Si un joven se engancha al vehículo privado es seguro que no se recuperará jamás, a no ser que se apliquen drásticas medidas restrictivas que hagan imposible la movilidad diaria en vehículo privado. En este sentido los jóvenes deberían estar especialmente cuidados en cuanto al acceso al transporte público, independientemente del poder adquisitivo que declaren sus padres. Tratamiento favorable a mantener no sólo en los transportes urbanos, también en el interurbano y en el de largo recorrido. Así para los estudiantes universitarios y de enseñanzas medias la movilidad es cultura y en muchos casos necesidad. No pueden ni deben pagarlo como si de un artículo de lujo se tratase.

Entre los planes del gobierno actual se encuentra una fuerte apuesta por el uso del vehículo eléctrico, que permite una autonomía de hasta 100Km, y que acompañada de la debida implantación de una red de puntos de recarga convenientemente distribuida por la superficie urbana, facilite las operaciones de recarga durante las horas valle (nocturnas) en que el precio del consumo de electricidad es más barato. Ésta será una opción que compita en las áreas urbanas, en costes y eficiencia y en la mejora de la calidad del aire, con la que ofrecen los actuales pequeños utilitarios, y sería una opción viable en zonas dispersas del territorio, donde la implantación de transporte público conllevaría costes demasiado elevados.

En resumen, los principales puntos en los que hay que trabajar para mejorar la movilidad son:

- Lanzarse a la mejora de los sistemas y plataformas intermodales, que incluyan también conexiones con el vehículo privado.
- Avanzar en la búsqueda de tarifas planas del transporte para todos los ciudadanos, considerando que quien opte por el transporte público, aunque pueda permitirse el uso del vehículo privado con los costes que éste lleva asociado, está contribuyendo al bien social.
- Estudio y aplicación adecuada de las tarifas del transporte, tanto en los ámbitos urbanos como metropolitanos e interurbanos, y tomando en consideración las particularidades propias de cada colectivo (jóvenes, tercera edad y otros),
- Intentar que las asimetrías y desigualdades del territorio sean menos acusadas, mejorando la accesibilidad de las regiones periféricas y más desfavorecidas.
- Mejorar de la calidad de los servicios de transporte público (seguridad, confort, fiabilidad, regularidad, frecuencia,...)
- Mejorar del grado de ocupación de los vehículos de transporte colectivo, mediante un dimensionamiento óptimo de la flota de vehículos y mediante una mejor planificación y gestión de las rutas y los horarios establecidos.

- Trabajar en la recuperación del centro de la ciudad, creando ciudades mixtas en servicios, espacios de trabajo, educación y lugares de esparcimiento, contribuye a evitar desplazamientos innecesarios, con la consiguiente reducción de emisiones y otros gases de efecto invernadero.
- Mejorar y cuidar la movilidad de proximidad, es tarea de los ayuntamientos que se debe potenciar, porque conocen mejor las necesidades ciudadanas por tratarse de una Administración cercana a las mismas.

## **2.2. El Transporte como pilar del empleo y el desarrollo económico**

El sector del transporte es base fundamental del empleo y el desarrollo económico, no sólo por la influencia directa que tiene sobre los puestos de trabajo o sobre los indicadores económicos, sino por la labor que desempeña como eje vertebrador y como denominador común a todos los sectores que conforman el funcionamiento de una sociedad o un estado. En este apartado se estudia cómo influye el transporte en estos indicadores. Explorar esta realidad permite analizar con más fiabilidad las consecuencias de aplicar al sector políticas de sostenibilidad basadas en tasas ambientales que ayuden a mantener las infraestructuras, y que persiguen reorientar el sector en comportamientos que optimicen los recursos y por tanto avancen hacia la sostenibilidad.

### El transporte como pilar del empleo

Existe una conciencia generalizada en la sociedad que asocia el sector del transporte con un yacimiento importante de empleo. Para analizar este hecho acudimos a las estadísticas sobre la población ocupada en España en los principales sectores productivos (Primario, Construcción, Industria y Energía, y Servicios), representado en la Figura 4. En cada uno de estos sectores se evalúa la proporción de población ocupada en tareas relacionadas con el transporte. Dentro del sector Servicios acapara el 6,1% de la población total empleada (Transporte, 4,3%, y Venta y reparación de vehículos a motor, 1,8%). En el sector Industria y Energía ocupa al 1,4%. Todas estas porciones incorporadas en un único sector al que llamamos “Transporte” cubrirían el 7,6% de la población total ocupada. Habría que tener en cuenta que a esta desagregación podrían sumarse otros subsectores de generación de empleo dentro de sectores como la Construcción, pero que no se consideran en las cuentas de población activa. Por ejemplo, no se encuentra desagregado el personal ocupado en subsectores como el de la Obra Civil.

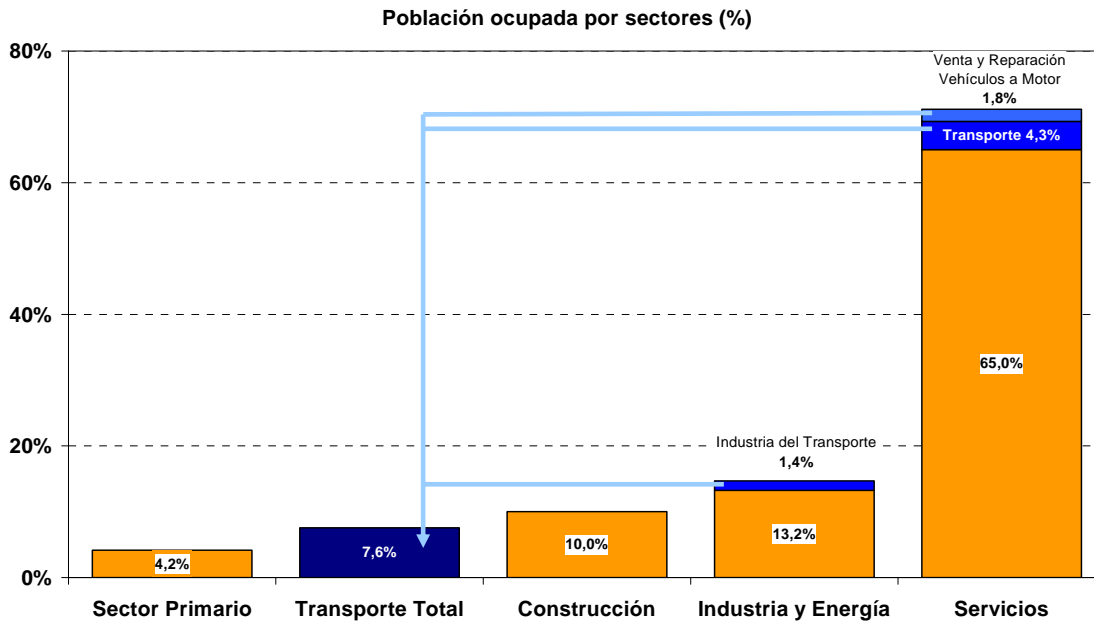


Figura 4. Población ocupada por sectores en España (Año 2009).

Fuente: Encuesta de Población Activa. INE.

Con esta valoración, el transporte se puede equiparar a un sector tan importante de la economía española como la construcción y se aproxima al sector Industrial y de la energía. Este nuevo enfoque de la información permite evaluar las consecuencias que la aplicación de ciertas políticas puede inducir, a favor de un desarrollo más competitivo en lo social pero también en lo ambiental, en un terreno tan delicado como el empleo.

A parte de tener una visión general de cómo se distribuye la población ocupada en nuestro país y qué lugar ocupa el transporte, tiene especial interés acercarse a la distribución del empleo por modos de transporte, así como distinguir qué proporción de los empleos están asociados al transporte de mercancías y cuál al de viajeros. Esta desagregación tiene su interés porque cada uno de estos tipos de movilidad presenta patrones propios de comportamiento sobre los que poder incidir para procurar un transporte más sostenible sin que ello suponga un deterioro en el mercado laboral, incluso se pueda mejorar.

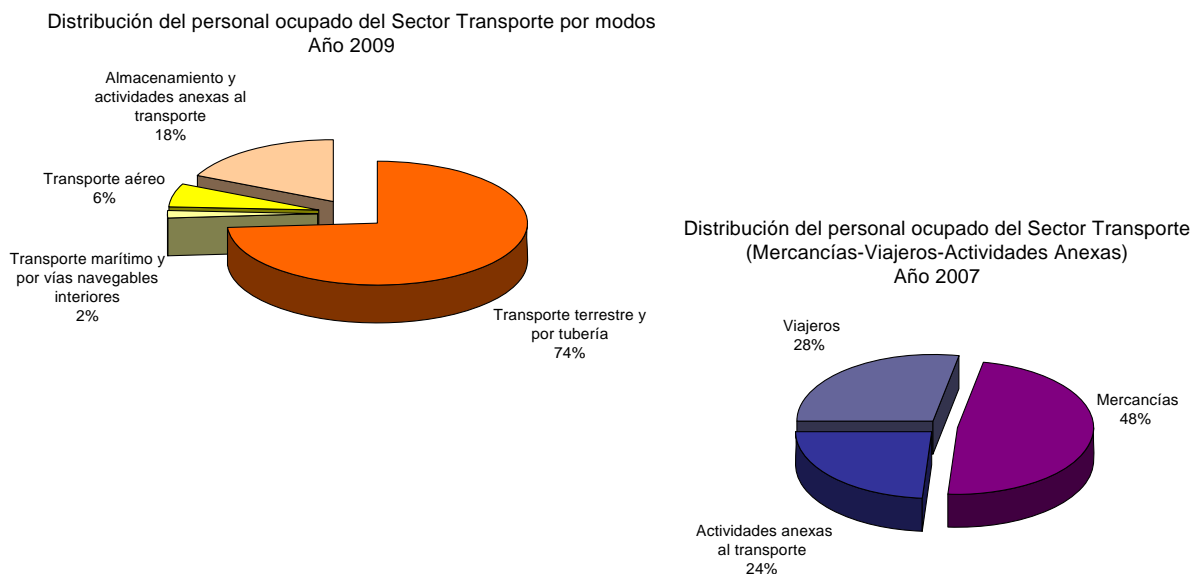


Figura 5. Población ocupada por las diferentes modalidades del transporte.

Fuente: Encuesta de Población Activa. INE.

A la vista de los datos que se observan en los gráficos vemos cómo el transporte terrestre<sup>4</sup> es el modo que más personas ocupa, y que acapara tres cuartas partes del total del empleo del Transporte. También resulta interesante ver cómo las actividades relacionadas con el transporte de mercancías dan ocupación a casi el 50% de los empleados del sector.

### El transporte como pilar del desarrollo económico

En segundo lugar se evaluará la participación del transporte como poder de generación de renta en los diferentes sectores productivos a través del indicador Valor Añadido Bruto (VAB), o valor que se agrega a los bienes y servicios en las distintas etapas del proceso productivo. De igual forma que el tratamiento dado al empleo, el transporte también está presente en la generación de renta con sectores productivos como la “Industria del Transporte” (sector Industrial y de Energía) con el 3,3% del VAB total, la “Venta y Reparación de Vehículos a Motor y Estaciones de Servicio” (sector de Servicios) con el 1,8%, y el “Transporte” como tal con el 4,2% (también dentro del sector Servicios). Todas estas porciones conformarían una renta (VAB) del 9,3% del total del VAB. Como ya se ha expuesto en el apartado relacionado con el empleo podrían sumarse a este sector la renta generada por otros subsectores no considerados como por ejemplo el de la Obra Civil.

<sup>4</sup> Según datos de la Comisión Europea para el año 2007, el transporte por carretera representa el 96,5% del personal ocupado en el transporte terrestre en España, mientras que el ferrocarril participaría en un 3,5%, siendo despreciable la representación del transporte por tubería.

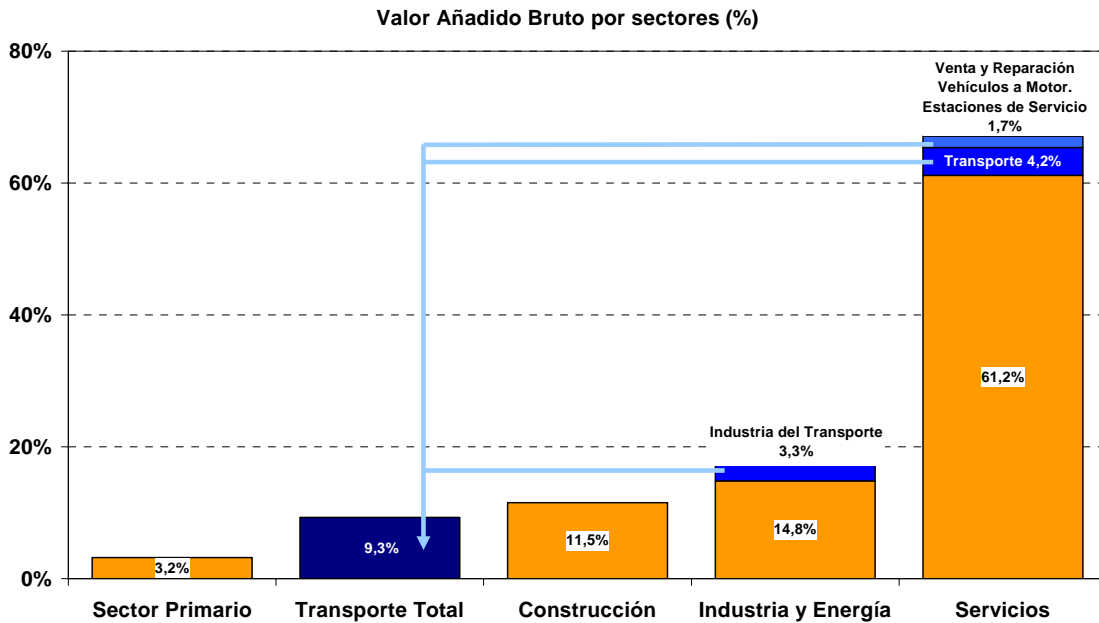


Figura 6. Valor Añadido Bruto por sectores en España (Año 2005)

Fuente: Contabilidad Nacional de España. INE. Anuario Estadístico 2008. Ministerio de Fomento.

Este nuevo hallazgo demuestra que el transporte tiene un peso mayor en la generación de renta de nuestro país, que en la aportación que hace al empleo. Tanto es así, que puede llegar a compararse la generación de renta de esta actividad a la de un sector tan importante como es el sector de la Construcción.

Profundizando un poco más en los indicadores de renta, y comparando el comportamiento de los diferentes modos de transporte, y su diferenciación en transporte de viajeros y de mercancías se llega a diferentes conclusiones.

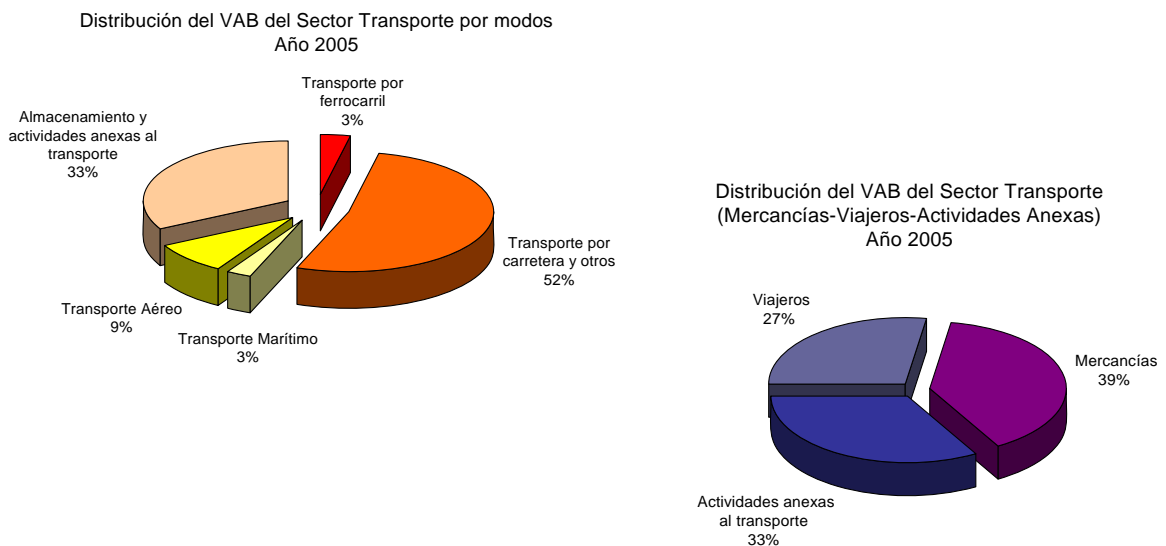


Figura 7. Valor Añadido Bruto por diferentes modalidades del transporte.

Fuente: Contabilidad Nacional de España. INE. Anuario Estadístico 2008. Ministerio de Fomento.

El transporte por carretera es el modo que genera mayor VAB y acapara algo más de la mitad del valor total de generación de la renta del sector. Este dato es en cierta medida lógico, ya que, como hemos visto en el apartado anterior, el transporte por carretera representa alrededor de un 70% de los empleados en todo el sector del transporte, y es el modo predominante en la elección modal tanto para viajeros como mercancías. Una vez más pone de manifiesto que el transporte por carretera genera menor valor añadido en términos de generación de renta por cada persona empleada que otros modos de transporte como el aéreo, que con sólo el 3% del empleo genera el 9% del VAB, en el caso de la carretera para generar el 52% de la renta necesita contar con el 70% del empleo. Las actividades anexas (representadas por la organización, almacenamiento y manipulación de mercancías, mantenimiento, etc.) siguen un comportamiento análogo al transporte aéreo, generan un tercio del VAB del sector, con el 18% del empleo total. El transporte marítimo tiene una menor participación tanto en la generación de bienes y servicios del sector, como en el soporte del empleo.

A la vista de estos datos se observa que para el transporte por carretera, y sobre todo para el de mercancías, el VAB generado es inferior al que cabría esperar dado su nivel de empleo<sup>5</sup>.

Como conclusión a este apartado podemos decir que el transporte por carretera, más concretamente, el transporte de mercancías, es una pieza clave a considerar si queremos desarrollar políticas eficaces que nos ayuden a racionalizar el sistema productivo en aras de un transporte más sostenible.

### **2.3. Estructura empresarial del transporte en España y Europa.**

Cada uno de los modos de transporte tanto en Europa como en España presenta una estructura empresarial muy diferente motivada tanto por las peculiaridades de cada modo como por patrones y comportamientos propios de cada país. También, la estructura empresarial del transporte es muy diferente en lo que concierne a la población que ocupa. Estos factores se han tenido presentes en el desarrollo de esta sección del documento donde para cada modo de transporte se ha intentado poner en valor aquellos aspectos más relevantes de su estructura social, que atañen a la sostenibilidad. A continuación se describe la estructura empresarial de los diferentes modos de transporte, haciendo especial hincapié en el transporte por carretera por tratarse de la principal actividad económica dentro del conjunto del transporte.

#### Dimensión de las empresas de transporte de mercancías por carretera

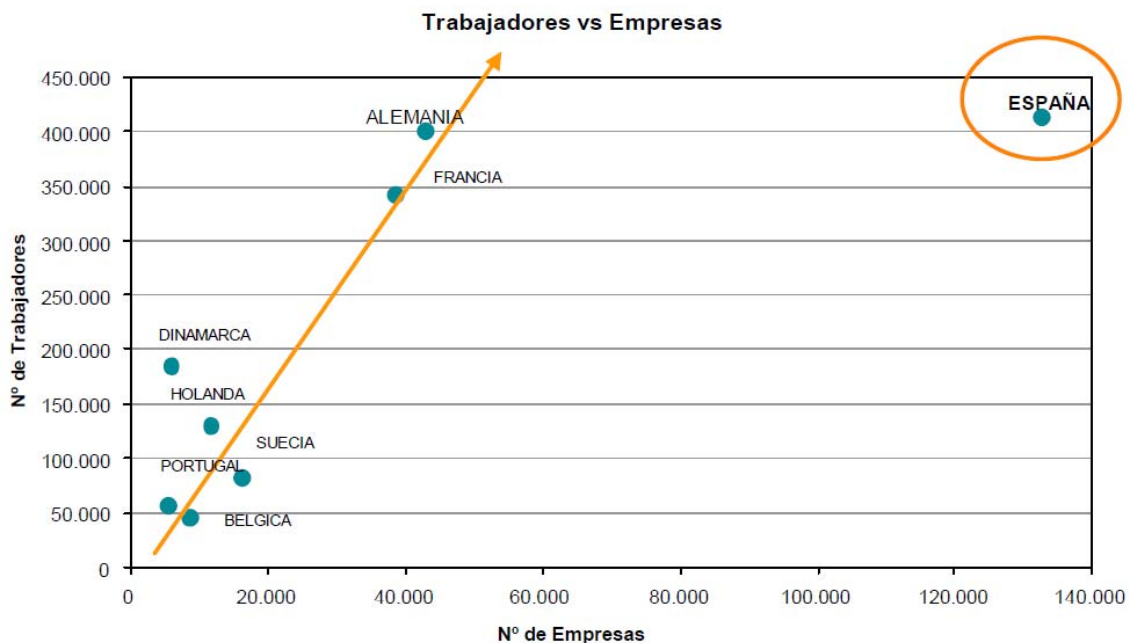
En España, en el sector del transporte de mercancías por carretera, conviven estructuras empresariales muy distintas, desde empresas de pequeña y mediana

<sup>5</sup> Se están comparando datos de empleo por modos del año 2009 y por modalidad de viajeros y mercancías del año 2007 con datos de renta del año 2005. Los comportamientos descritos en este apartado se verían reforzados si contáramos con datos de renta más actualizados, ya que el transporte es uno de los sectores que más se ha visto afectado por la acción de la crisis.



dimensión hasta grandes empresas de transporte internacional. Llama la atención en el sector su fuerte atomización (multitud de empresas de pequeño tamaño), mucho mayor que la de cualquier otro país de la Unión Europea (2,5 vehículos/empresa de media en España frente a 6 de promedio europeo). Este comportamiento diferenciador de España se ha favorecido por el tratamiento dado al colectivo de los trabajadores autónomos, que han gozado de ventajas en el IRPF, el IVA y en las cotizaciones a la Seguridad Social.

Para igualar la situación española a la Unión Europea, tendrían que reducirse en España a la mitad el número de empresas que en la actualidad existen, según puede observarse en la Figura 8.



\* Datos España: Empresas con autorización de transporte público de mercancías

Empleados por empresa

España => 2

Alemania => 10

Francia => 9

Países Bajos => 13

Figura 8. Número de empleados por empresas de transporte de mercancías en países de Europa.

Fuente: PETRA II.

La liberalización del sector ha supuesto el crecimiento del número de empresas transportistas, tanto de las que abarcan el ámbito nacional como de las que operan también a nivel internacional. Sin embargo, estos datos pueden ser engañosos, porque, como señala el Plan Estratégico de Actuación para el Transporte de Mercancías por Carretera (PETRA II) del Ministerio de Fomento, una cosa es que la empresa esté habilitada para realizar un determinado tipo de transporte (nacional o internacional) y otra muy distinta es que la empresa facultada para realizar esa actividad realmente la lleve a cabo. Por este motivo, no es el análisis de la evolución

del número de empresas el que debe interesarnos, sino que el parámetro a estudiar debiera ser la evolución del número de empresas que ejercen efectivamente una determinada actividad de transporte. Si hiciésemos ese estudio, comprobaríamos que las empresas de ámbito internacional son bastante menos numerosas que las registradas (si bien es cierto, que habrían ido aumentando en el tiempo), y que además son precisamente las de mayor tamaño; con lo cual, este sector está realmente menos atomizado de lo que señalan los datos disponibles.

La información disponible también indica que se ha producido un aumento del tamaño medio de las empresas de ámbito nacional y un descenso paulatino de las de ámbito internacional, de forma que la diferencia del tamaño medio de estos dos tipos de empresas se ha reducido notablemente. Nuevamente este dato es engañoso, puesto que se encuentra afectado, en el caso del transporte internacional, por la posesión de licencias de autorización para ejercer la actividad y la no utilización de las mismas. Seguramente, de un análisis más riguroso en el que se tuviera en cuenta esta circunstancia, se desprendería que también ha crecido el tamaño medio de las empresas de ámbito internacional.

Como conclusión, podemos afirmar que ha crecido el número de empresas que efectúan transporte de mercancías, y su tamaño medio también, tanto si hablamos en términos nacionales como internacionales. El aumento del número de empresas puede ser justificado por el aumento de las necesidades de movilidad (tráficos); por lo que, en realidad, el sector, aun conservando un elevado grado de atomización, tiende a disminuirlo. Aunque esta tendencia parece ir en la línea marcada para la mayor rentabilidad económica de las empresas, no resulta suficiente cuando se muestra que el 50% de las empresas que operan en el ámbito nacional con vehículos pesados sólo disponen de 1 vehículo. Además, como ya se ha mencionado anteriormente, quizá la menor atomización del sector no sea lo más ventajoso desde el punto de vista social.

La mejora de la estructura empresarial del transporte de mercancías desde el punto de vista logístico y económico-financiero, que permita obtener una mayor rentabilidad en el sector, necesariamente pasa por la búsqueda del dimensionamiento óptimo de la plantilla y del parque de vehículos de las empresas. De esta tarea se desprenderá si la situación española de partida que hemos descrito es más desfavorable o no que la de los países de nuestro entorno. Todo apunta, porque así lo describen las publicaciones existentes del Ministerio de Fomento, a que se obtendrían más ventajas económicas para los transportistas si la estructura empresarial tuviera incluso un tamaño mayor que el europeo. Es evidente que una empresa grande puede tener una distribución departamental más desagregada que una pequeña, con una estructura jerárquica bien definida y ordenada; en definitiva, una organización más sólida, mejor planificada y gestionada.

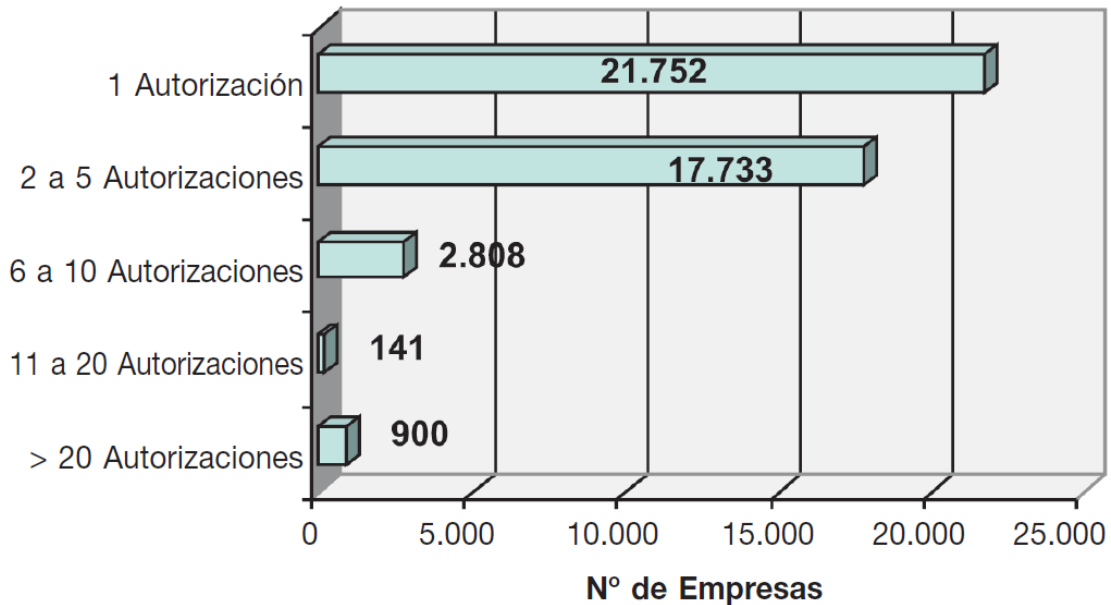


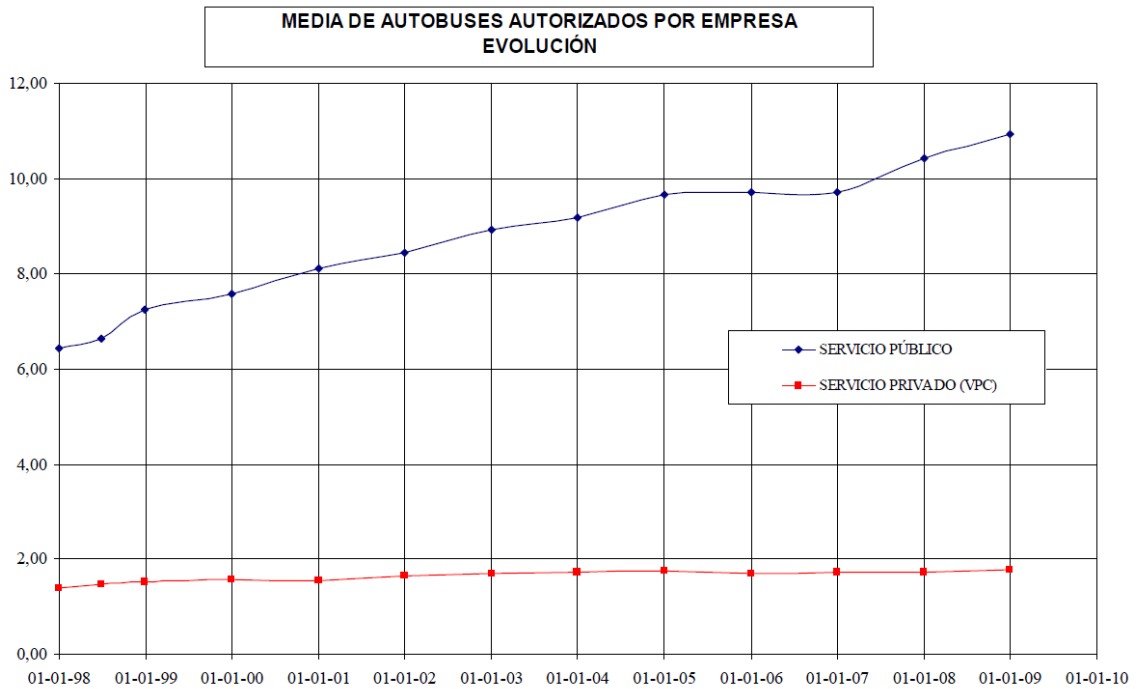
Figura 9. Distribución de empresas por número de autorizaciones nacionales de vehículos pesados. 2006

Fuente: PETRA II

#### Dimensión de las empresas de transporte de viajeros por carretera

El sector del transporte de viajeros por carretera tradicionalmente se ha encontrado menos atomizado que el de mercancías. Además, desde 1998 la atomización de la actividad del transporte de viajeros ha ido disminuyendo progresivamente; puesto que desde esa fecha se ha producido una disminución del número de empresas que operan servicios de transporte de viajeros por carretera y un aumento considerable del número medio de autobuses por empresa.

En los servicios públicos, el incremento del número medio de autobuses/nº empresas ha sido muy significativo a lo largo del período 1998 - 2009, desde 6 autobuses por empresa en el año 1998, a 11 en 2009. En cambio, en los servicios privados la media se ha mantenido prácticamente constante en el tiempo, en el entorno de 2 autobuses por empresa (ver Figura 10).



Fuente: Dirección General de Transporte Terrestre

Figura 10. Evolución media anual de autobuses autorizados por empresa.

Fuente: Dirección General de Transporte Terrestre. Ministerio de Fomento.

La actividad predominante en el transporte de viajeros por carretera es la de servicio público; en la cual, el volumen de empresas existentes ha ido decreciendo en el tiempo, principalmente por el descenso del número de empresas destinadas a prestar servicios regulares y de las dedicadas a servicios discrecionales de ámbito más reducido que el nacional. En oposición a esta tendencia se encuentran los servicios privados, en los que se ha aumentado el número de empresas dedicadas a esta actividad, tanto a nivel nacional como autonómico (ver Tabla 1).

Tabla 1. Número de empresas de transporte de viajeros por carretera de Servicio público y privado.

|          | NÚMERO DE EMPRESAS |                       |                            |          |       |            |            |          |                        |          |            |
|----------|--------------------|-----------------------|----------------------------|----------|-------|------------|------------|----------|------------------------|----------|------------|
|          | SERVICIO PÚBLICO   |                       |                            |          |       |            |            |          | SERVICIO PRIVADO (VPC) |          |            |
|          | TOTAL              | SERVICIO REGULAR (VR) | SERVICIO DISCRECIONAL (VD) |          |       |            |            |          |                        |          |            |
|          |                    |                       | NACIONAL                   | COMARCAL | LOCAL | AUTONÓMICO | PROVINCIAL | LIMITADO | TOTAL                  | NACIONAL | AUTONÓMICO |
| 01-01-98 | 4.734              | 598                   | 3.509                      | 815      | 2.810 | 377        | 170        | 0        | 613                    | 612      | 3          |
| 01-07-98 | 4.693              | 588                   | 3.690                      | 842      | 2.766 | 384        | 165        | 0        | 611                    | 610      | 3          |
| 01-01-99 | 4.742              | 103                   | 4.022                      | 170      | 796   | 204        | 30         | 2        | 644                    | 643      | 3          |
| 01-01-00 | 4.490              | 24                    | 3.891                      | 64       | 530   | 141        | 11         | 3        | 623                    | 622      | 1          |
| 01-01-01 | 4.483              | 21                    | 3.914                      | 59       | 485   | 135        | 7          | 3        | 709                    | 703      | 6          |
| 01-01-02 | 4.233              | 15                    | 3.981                      | 2        | 239   | 116        | 3          | 2        | 714                    | 704      | 10         |
| 01-01-03 | 4.255              | 14                    | 4.022                      | 1        | 223   | 102        | 3          | 2        | 787                    | 773      | 14         |
| 01-01-04 | 4.087              | 14                    | 3.857                      | 1        | 220   | 99         | 3          | 2        | 746                    | 725      | 21         |
| 01-01-05 | 4.115              | 14                    | 3.887                      | 1        | 218   | 97         | 3          | 2        | 818                    | 794      | 24         |
| 01-01-06 | 3.958              | 12                    | 3.735                      | 1        | 213   | 95         | 3          | 2        | 780                    | 740      | 40         |
| 01-01-07 | 3.963              | 11                    | 3.745                      | 1        | 208   | 90         | 3          | 2        | 856                    | 814      | 42         |
| 01-01-08 | 3.848              | 10                    | 3.632                      | 1        | 207   | 88         | 3          | 2        | 798                    | 753      | 45         |
| 01-01-09 | 3.884              | 10                    | 3.670                      | 1        | 205   | 87         | 3          | 2        | 866                    | 820      | 46         |

Fuente: Dirección General de Transporte Terrestre. Ministerio de Fomento.

Los cambios señalados han venido acompañados del aumento progresivo del número de empresas con 5 o más vehículos y de la disminución del número de empresas pequeñas (de menos de 4 autobuses), tal como se refleja en la siguiente Figura.

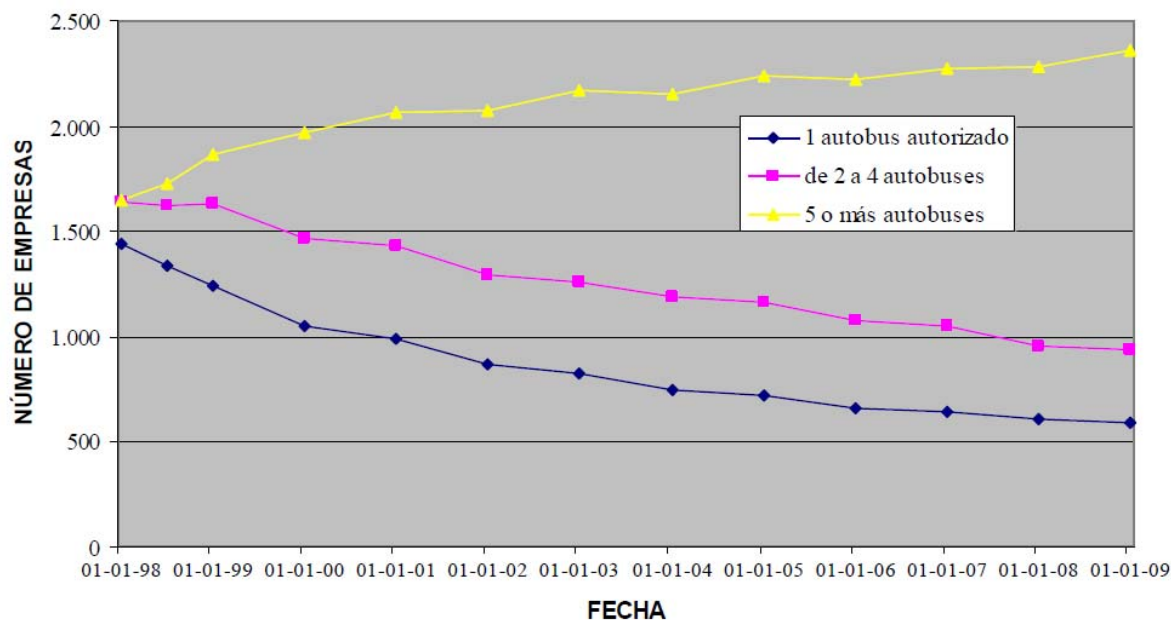


Figura 11. Evolución de la distribución de empresas con autorizaciones servicio público (VR y VD)

Fuente: Observatorio del transporte de viajeros por carretera. Ministerio de Fomento

### Dimensión de las empresas del transporte ferroviario en España.

La situación del sector ferroviario en España no debe analizarse sin tener una visión del ferrocarril en Europa.

En la actualidad todas las políticas ferroviarias europeas tienen como objetivo último la creación de un espacio único en el que tengan cabida operadores públicos y privados en régimen de libre acceso para promover la competencia. Estas políticas, referidas a la liberalización del ferrocarril, han sido impulsoras del cambio del sector ferroviario europeo, ya que abren a la competencia los servicios internacionales del transporte de mercancías por ferrocarril y de viajeros. Se establece también un marco para la adjudicación de la capacidad de la infraestructura y su tarificación y la creación de un organismo de control en cada uno de los Estados miembros.

En noviembre de 2003 se publicó la Ley del Sector Ferroviario (LSF), que transpone a la legislación española el primer paquete ferroviario. Con ella entra en funcionamiento (1/1/2005) un nuevo modelo organizativo para el ferrocarril español y finaliza el monopolio que sobre la red ferroviaria mantenía RENFE desde 1941.

La LSF determina cuáles son los agentes del futuro sector ferroviario español:

- Un administrador de infraestructuras, cuya función principal será el mantenimiento y explotación de las líneas.
- Diversas empresas operadoras ferroviarias, cuyas actividades se centrarán en prestar servicios de transporte de viajeros y de mercancías.
- Un Comité de Regulación Ferroviaria, que actuará velando por la libertad de acceso y la competencia
- El Ministerio de Fomento, que se constituye como la autoridad ferroviaria y que tiene entre sus funciones básicas definir la política ferroviaria, elaborar la legislación y planificación del sector, otorgar licencias y encomendar la construcción y/o administración de las infraestructuras, así como tutelar la transición hacia el nuevo modelo y velar por su correcto funcionamiento.

La LSF establece la separación de la infraestructura de la explotación de los servicios de transporte por ferrocarril. Para alcanzar dicho objetivo se regula la administración de las infraestructuras ferroviarias que le encomienda a la entidad pública empresarial RENFE que pasa a denominarse Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF), e integra en esta entidad el área de actividad que correspondía Gestor de Infraestructuras Ferroviarias (creado en 1997), que quedó extinguida con la entrada en vigor de la LSF. Por otra parte, se crea una nueva entidad pública empresarial denominada "RENFE Operadora", como empresa prestadora del servicio de transporte ferroviario tanto de viajeros como de mercancías.



### *Liberalización del transporte de mercancías por ferrocarril*

La LSF establece que desde su entrada en vigor los servicios de mercancías se prestarán sobre la Red Ferroviaria de Interés General (RFIG) en régimen de libre competencia entre las empresas ferroviarias, consideradas como tales aquellas que aportando, en todo caso la tracción, sean titulares de una licencia de empresa ferroviaria y obtengan los certificados de seguridad. Así mismo, se permite a otras empresas distintas a los operadores ferroviarios (operadores de transporte combinado, cargadores y agentes de transporte) la obtención de surcos y que contraten a cualquier empresa con licencia la prestación del servicio.

En la actualidad (septiembre de 2010) en España hay 13 empresas ferroviarias con licencia para transporte de mercancías.

### *Liberalización del transporte internacional de viajeros*

Desde el 1 de enero de 2010 los servicios internacionales de viajeros dentro de la Unión Europea están liberalizados, conforme a la Directiva 2007/58/CE, incluyendo la capacidad de cabotaje. En la actualidad no hay ninguna empresa que, en España, haya aprovechado estos nuevos derechos de acceso.

### *Liberalización del transporte de viajeros*

En España la Ley de Sector Ferroviario prevé la apertura del mercado doméstico cuando así lo fijan las Directivas Comunitarias.

### *Las otras redes ferroviarias de España*

Además de la red administrada por ADIF, en España existen otros ferrocarriles:

- FEVE (Ferrocarriles Españoles de Vía Estrecha): presta servicios en las provincias de A Coruña, Lugo, Asturias, Cantabria, Vizcaya, Burgos, Palencia, León y Murcia.
- FGC (Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya).
- EuskoTren.
- FGV (Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana).
- SFM (Serveis Ferroviaris de Mallorca).

Además existen compañías privadas como las que explotan los ferrocarriles de Ponferrada a Villablino y Palma a Soller.

En cuanto a los ferrocarriles metropolitanos, pueden destacarse en España cuatro redes:

- Metro de Madrid.
- Ferrocarril Metropolitano de Barcelona (TMB, Transports Metropolitans de Barcelona).

- Metro de Bilbao.
- Metro de Sevilla.

También es creciente la presencia de tranvías y metros ligeros: Madrid, Alicante, Murcia, Parla, Sevilla, Barcelona, Tenerife, Velez-Málaga, Bilbao y Vitoria, ciudades a las que próximamente se unirán Zaragoza y Jaén entre otras.

#### Dimensión de las empresas del transporte marítimo en España.

El transporte marítimo es un sector muy liberalizado, de ámbito internacional. La Organización Marítima Internacional (OMI) es el organismo dependiente de Naciones Unidas encargado de adoptar medidas para mejorar la seguridad del transporte marítimo internacional y prevenir la contaminación del mar por los buques. Entre sus asuntos están la responsabilidad civil y la indemnización y la facilitación del tráfico marítimo internacional.

Una vez que la normativa se ha consensuado a nivel internacional, son los Estados miembros los encargados de la supervisión y ejecución de las normas elaboradas por la OMI.

Este carácter más internacional obliga a describir el sector en un contexto europeo e internacional. Así en 2009, se registra en la UE (27) el 24,9% de la flota mercante mundial, donde Grecia contaba con 36,7 millones de GT bajo su bandera, manteniéndose como país comunitario con mayor capacidad de transporte, ocupando el séptimo lugar en el ranking mundial, Reino Unido (UK) ocupaba el décimo y Alemania el décimo tercer puesto. Mientras que la flota del pabellón español descendió ligeramente ocupando el puesto 37 del ranking.

La Figura 12 muestra la evolución de la estructura empresarial en el sector del transporte marítimo en España. Así encontramos que las empresas con 200 o más asalariados casi desaparecen en 2009, las que tienen entre 50 y 199 disminuyen cinco puntos porcentuales. Por otro lado, las empresas con un número de asalariados comprendido entre 3 y 9, y las de menos de 3 asalariados aumentan, llegando estas últimas a suponer más de la mitad del total de empresas en el año 2009. De todo ello cabe concluir que el sector está claramente atomizado y predominan las empresas de menos de 9 trabajadores. Las empresas con más de 10 trabajadores han disminuido en el tiempo.

### Evolución de la estructura empresarial del transporte marítimo

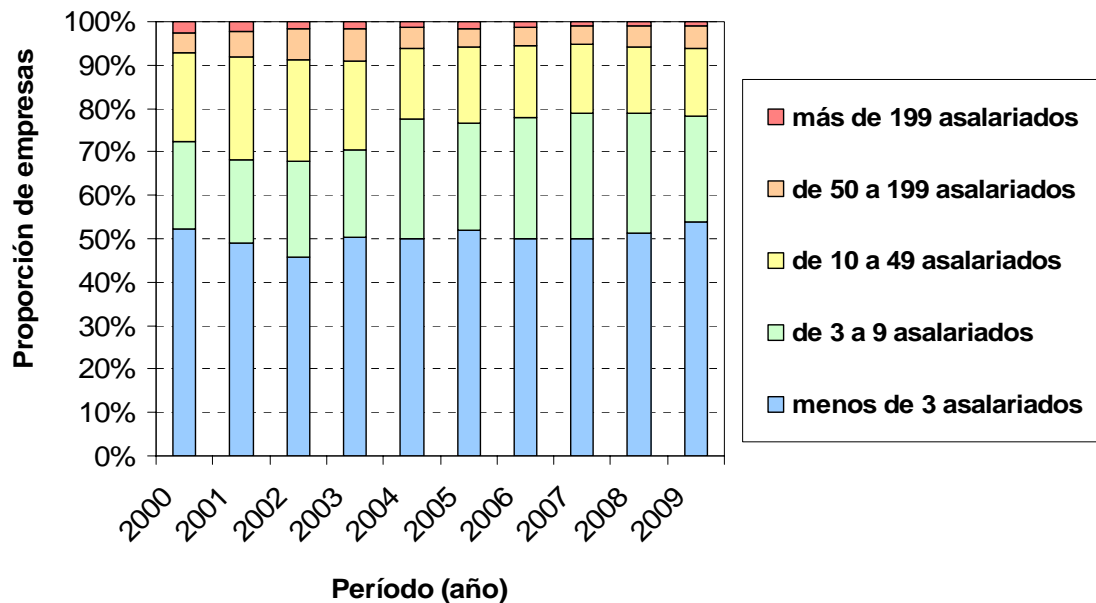


Figura 12. Evolución de la estructura empresarial del transporte marítimo en España entre los años 2000 y 2009.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

### Dimensión de las empresas del transporte aéreo en España.

La situación del transporte aéreo en España debe analizarse teniendo en cuenta el carácter esencialmente internacional de este sector y la pertenencia de España a la Unión Europea, una zona en la que la creación y explotación de compañías de transporte aéreo está liberalizada desde 1993, pudiendo cualquier aerolínea operar entre dos puntos cualquiera del territorio de la UE, sin ninguna restricción.

Un segundo aspecto importante es el gran desarrollo de la industria turística en España, que ha condicionado la evolución de la infraestructura aeroportuaria y sus condiciones de explotación económicas, así como la limitada participación de compañías españolas en un mercado dominado por las empresas de los países emisores de turismo.

La incorporación de España a la Comunidad Económica Europea en 1986 coincide con las primeras acciones de la Comisión para liberalizar paulatinamente el transporte aéreo en Europa, mediante tres grupos de medidas legislativas, aprobadas en diciembre de 1987, junio de 1990 y julio de 1992.

A partir de la entrada en vigor del Mercado Único el 1 de enero de 1993, los ciudadanos y líneas aéreas de la UE pueden operar sin restricciones en todo el territorio de la UE.

España, liberalizó los vuelos internacionales en 1990 y los nacionales en 1993 y concluyó en estas fechas la concesión exclusiva que tenía Iberia. Igualmente, se crea en 1990 el Ente Público Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (AENA), con el propósito de separar de la actividad normativa y presupuestaria del Estado en lo concerniente al desarrollo, construcción y explotación de las infraestructuras de este modo de transporte. La necesidad de agilizar los procedimientos técnicos para controlar la seguridad del sector llevó en 2008 a crear la Agencia Española de Seguridad Aérea (AESA), dependiente de la Dirección General de Aviación Civil, dentro del Ministerio de Fomento.

Una de las primeras consecuencias de la liberalización fue que las principales compañías aéreas chárter de ese momento (Air Europa, Spanair) inician vuelos regulares compitiendo con Iberia, que pasa a ser empresa de capital privado.

#### *La situación actual*

En el año 2009 la red de aeropuertos comerciales españoles constaba de 50 instalaciones convencionales y un helipuerto en la ciudad de Ceuta, todos ellos operados por AENA, salvo el de Ciudad Real, gestionado por un consorcio privado, con participación de la Junta de Comunidades de Castilla - La Mancha y el de Lérida, controlado por la Generalitat de Cataluña. Existen también obras en marcha o aeropuertos en fase de proyecto, tanto públicos como privados, en Castellón de la Plana y Murcia, así como un helipuerto en Algeciras.

La estructura empresarial del sector puede dividirse en cuatro áreas principales:

- a) Compañías de red, con importantes servicios regulares y participantes en una gran alianza internacional como Iberia (20,5 millones de pasajeros en 2009), Spanair (7,6 Mpax) y Air Europa (9 Mpax). Estas empresas son las de mayor tamaño y compiten a escala mundial, directamente o a través de la alianza de la que forman parte.
- b) Compañías con actividad mayoritariamente chárter, asociadas a un gran grupo turístico hotelero, como Iberworld (1 Mpax) o Pullmantur.
- c) Compañías de bajo coste, con vuelos punto a punto de tarifas muy bajas, como Vueling (8,2 Mpax, participada en un 45% por Iberia). Al ser la UE un espacio liberalizado, los principales competidores de Vueling son empresas de bajo coste de otros países, que han creado bases en España, como la germana Air Berlin, la británica easyJet y la irlandesa Ryanair.
- d) Compañías regionales con aviones de menos de 100 plazas, como Air Nostrum (4,7 Mpax, de ámbito nacional e internacional, operando como franquicia de Iberia), Binter Canarias (2,5 Mpax) e Islas (las dos en vuelos interinsulares canarios) o Swiftair, especializada en vuelos de muy baja capacidad.

Las perspectivas a corto y medio plazo en el campo de las compañías de red tienden a la concentración de empresas, cuyo máximo exponente es la constitución de una sociedad para la explotación en común de Iberia y British Airways.

En el campo aeroportuario, se ha anunciado ya el propósito de dar entrada a las autoridades regionales y al sector privado en la gestión de los aeropuertos de AENA (la segunda empresa aeroportuaria mundial por volumen de ingresos), aunque la forma exacta de llevar a la práctica este proyecto está aún por determinar.

### **3.- Hacia un transporte sostenible: Revertir las tendencias del sistema**

Después de describir las tendencias del transporte a escala global, la organización y evolución de los intercambios comerciales, y sus peculiaridades para organizar los diferentes territorios, es difícil que nos sintamos complacidos con los indicadores y evidencias que nos muestran el panorama existente. Aparecen claros signos de fuerte dependencia productiva de unos territorios con otros, de gran especialización productiva, de graves consecuencias ambientales por el uso masivo de combustibles fósiles, problemas de “Calentamiento del planeta y Cambio Global”, y de falta de alternativas posibles para la sustitución de los combustibles fósiles.

Actualmente, las economías de los países más industrializados presentan una fuerte dependencia de combustibles fósiles que proceden de países políticamente inestables, a pesar de que según la mayoría de los pronósticos nos encontramos ya cerca del techo de la producción de petróleo. Esta dependencia energética de países políticamente inestables, implica estar expuestos a posibles fluctuaciones en el precio del petróleo y a estar sometidos a la presión que puedan ejercer estos países sobre un sector estratégico y clave como es el de la energía. Si, como refleja la Figura 13, el precio del petróleo tiende a encarecerse (desde el año 1998 hasta 2010 ha experimentado una subida de más del 400% de su valor), y añadimos que podría agotarse en unas décadas, el incremento futuro de los precios podría ser aún mayor. La alternativa de sustitución del uso de combustibles fósiles por energías renovables daría lugar a una mayor estabilidad de las economías mundiales, pues disminuiría la dependencia de terceros países y además, al tratarse de recursos disponibles, contribuirían a mitigar los efectos del cambio climático y a preservar sustancialmente la salud de los ciudadanos.

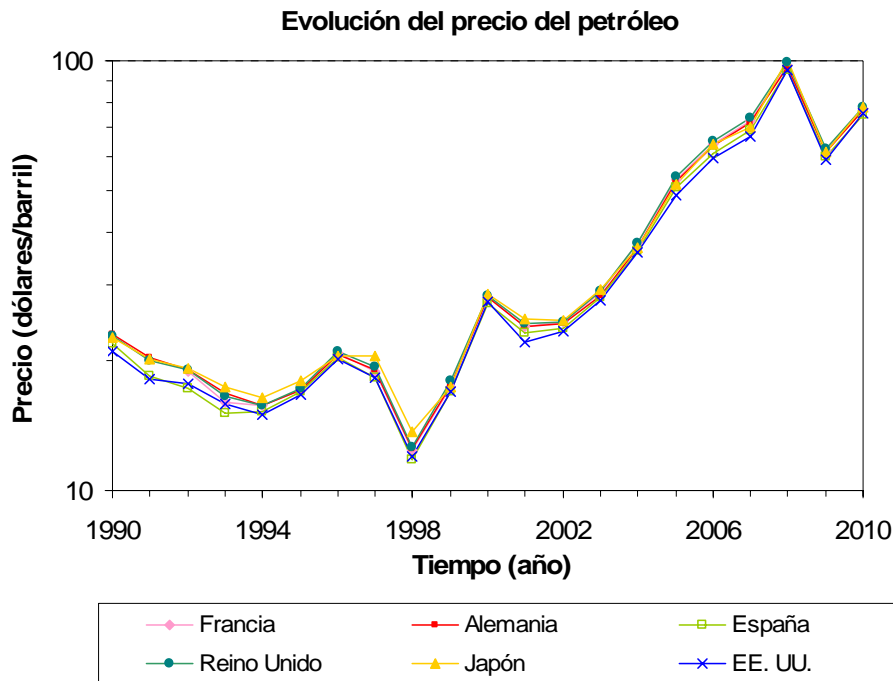


Figura 13. Evolución del precio del barril de petróleo desde el año 1990 hasta 2010.

Fuente: Agencia Internacional de la Energía.

Los costes del transporte se componen de costes internos y externos. Los primeros, los costes internos, son aquellos costes asociados directamente al uso del sistema de transporte y cuyos daños son percibidos y pagados por el usuario (combustible, seguros, etc). Los segundos, los costes externos, hacen referencia a los costes sociales que indirectamente ocasiona el transporte y que son sufridos por la sociedad en general o por otros usuarios del medio de transporte sin repercutir dicho coste en los usuarios finales de esa actividad. Los costes externos, denominados también externalidades del transporte, suelen tener en cuenta (entre otros efectos negativos) las pérdidas de tiempo, la accidentalidad, la congestión, problemas de salud ligados a la calidad del aire y al ruido y otras influencias a más largo plazo, como el cambio climático.

Los costes externos tienen un valor material que la sociedad no está acostumbrada a cuantificar y que, sin embargo, deberían valorarse e internalizarse por sus usuarios, puesto que ello contribuiría a mandar una señal positiva al sistema: sensibilizar a la población por la utilización de unos recursos escasos y corregir los perjuicios ocasionados en la calidad de vida del ciudadano. Las estrategias relativas a la consecución de un transporte sostenible que impulsa la UE persiguen esta internalización de los costes externos. En definitiva, consisten en hacer pagar los costes sociales que genera el sector transporte (costes externos) a quien lo produce, aplicando el principio de “quien contamina paga”. En general, las empresas transportistas perciben que ya están soportando los costes asociados al uso de cada medio de transporte por la vía de la fiscalidad (combustible, seguros, etc), sin percibir el resto de daños indirectos que su actividad genera en la sociedad. Una vez que se



acepta, de común acuerdo, la internalización de los costes externos, el problema que se plantea es determinar el coste de dicha internalización (tarificación al coste social), o lo que es lo mismo, cuantificar los precios del transporte, incluyendo el coste adicional que genera un usuario nuevo que utiliza la infraestructura en cuestión. Este punto de la cuantificación es un elemento crucial, ya que la simple aplicación de valores medios o marginales, sin entrar a la realidad de valoración concreta de “cada problema de externalidad” en “cada corredor de transporte”, y los costes reales concretos generados por “cada modo de transporte y sub-modo”, puede dar lugar a importantes distorsiones en la regulación económica del transporte.

### **3.1.- Sector del transporte por carretera: Euroviñeta**

En el caso del transporte por carretera una forma de internalizar los costes externos puede ser mediante una tarificación basada en el cobro de peajes por el uso de determinadas infraestructuras; con el fin de lograr que este sector asuma todos los costes, económicos y sociales, que origina el desarrollo de su actividad.

En el seno de la UE se han dado pautas concretas para la aplicación de gravámenes a los vehículos pesados de transporte de mercancías que utilicen determinadas infraestructuras. Así, en la *Directiva 2006/38/CE*, que modifica la *Directiva 1999/62/CE, relativa a la aplicación de gravámenes a los vehículos privados pesados de transporte de mercancías para la utilización de determinadas infraestructuras*, más conocida como Euroviñeta, se detallan formas de actuación para considerar los costes internos en la tarificación, pero no se contempla en cambio la consideración de los costes externos en la misma.

En la actualidad está pendiente una nueva Directiva que complemente a la anterior, mediante una tarificación verde e inteligente, que incluya los costes externos (contaminación atmosférica, acústica, y de congestión) en la tarificación por el uso de la red vial. De esta forma, los peajes estarían destinados a sufragar los costes de mantenimiento y/o construcción de las infraestructuras, y los costes medioambientales que genere su uso.

Se entiende que la Euroviñeta no es un tasa con fines recaudatorios, sino que intenta trasladar los costes derivados de la contaminación atmosférica, el ruido, la congestión, el cambio global y la seguridad vial; de aquí la necesidad de romper el principio de caja única que rige para la recaudación de todo tipo de impuestos. En este caso el usuario del transporte debe percibir que es un impuesto que revierte en la mejora del conjunto del sistema, favoreciendo la eficiencia del mismo.

En todo este proceso la UE ha dado libertad a los Estados Miembros para la consideración de la red de carreteras en que debe aplicarse la Directiva Euroviñeta, de forma que ya han surgido voces discordantes, como la de España, que han decidido retrasar su aplicación.

El tipo de vehículo al que le aplica la Directiva Euroviñeta es el de más de 12 toneladas, y desde el año 2012 el de más de 3,5 toneladas. En la actualidad hay países que ya aplican este límite inferior de tonelaje en la tarificación.

Hay que considerar que la aplicación de la Euroviñeta, podría producir los siguientes beneficios adicionales:

- Disminuiría los viajes en vacío, lo que redundaría en una mejora de la eficiencia energética y de la productividad, porque se reducirían los costes de combustible en la balanza de pagos, debido a los productos derivados del petróleo.
- Permitiría gestionar mejor la flota de las empresas operadoras de transporte, aprovechando las oportunidades del mercado y facilitando las negociaciones con el cargador.
- La tasa por el uso de la infraestructura vial se situaría en el coste social marginal; y permitiría que sólo los usuarios cuyos vehículos se mantengan fuera de las consideraciones mínimas deban pagar o reconducir su estructura productiva para que la tasa les sea menos onerosa.
- Podría producirse un trasvase del tráfico de mercancías desde la carretera hacia el ferrocarril, como respuesta de los transportistas al pago de la tasa en la carretera, con los beneficios sociales y medioambientales que ello supondría. Aunque esto sólo se conseguiría mejorando la respuesta del ferrocarril ante las necesidades de los cargadores.
- Al transferirse parte del tráfico de mercancías por carretera al ferrocarril se estaría reforzando la seguridad vial, porque los accidentes de carretera son más frecuentes que los ferroviarios y porque las mercancías son en gran parte las causantes de los accidentes de tráfico por carretera de mayor gravedad.

En el caso español los detractores de la Euroviñeta justifican que la implantación de la tarificación produciría una subida de precios de los productos, de forma que en último término serían los ciudadanos los que estarían pagando la tasa. No parece que sea ésta una valoración muy sólida, cuando tanto las importaciones de los productos como las exportaciones españolas sí se verán gravadas por las tasas de los países vecinos y por contra España no podrá percibir los ingresos derivados del uso de la infraestructura vial que hagan los transportistas extranjeros en nuestro país.

### **3.2.- Ejemplo suizo y alemán en el transporte por carretera**

#### Suiza

España podría tomar como ejemplo el caso suizo para convencer al amplio sector que no quiere aceptar las tasas para internalizar los costes externos derivados del transporte por carretera. Suiza es el país que más ha incrementado la productividad de su sistema de transporte en la última década. Este país viene aplicando una tasa por el uso de su infraestructura vial desde el año 2001. Se trata de un sistema basado en la internalización de los costes internos y externos en toda su red nacional de

carreteras; que es proporcional a la distancia y a la carga transportada (vehículos de más de 3,5 toneladas).

Se da la circunstancia de que en todo el entorno europeo se ha producido un crecimiento de las mercancías transportadas, debido a los sistemas modernos de distribución “just-in-time” y a la unificación de los mercados. Y todo este crecimiento se ha soportado principalmente mediante la utilización de la carretera como modo de transporte, con la consiguiente repercusión en la congestión, la accidentalidad, la seguridad vial, la salud de las personas, la falta de recursos financieros y el medio ambiente.

Sin embargo, en Suiza, simultáneamente al incremento del tráfico de mercancías se ha producido una mejora de la eficiencia del sector del transporte por carretera. Así el tráfico de camiones se ha reducido en un 1% desde el año 2001 hasta el 2008<sup>6</sup>, y las mercancías transportadas por vehículos pesados, expresadas en toneladas-km, han aumentado en un 21% en este mismo período<sup>7</sup>. Según la Federación Europea del Transporte y el Medio Ambiente, el impacto sobre los precios del combustible en ese mismo período ha sido casi despreciable, un 0,1%.

Los recursos obtenidos con la aplicación de estas acciones en territorio suizo han servido para incentivar la renovación de la flota de mercancías, dando lugar a una mejora de las emisiones medias de los vehículos pesados de más de 3,5 toneladas (camiones y autobuses). Entre 2001 y 2008 se han producido descensos de un 4% para el CO<sub>2</sub>, de un 29% para óxidos de nitrógenos y de un 40% para el material particulado PM<sub>2,5</sub> y de un 26% para las PM<sub>10</sub><sup>8</sup>. Tampoco se ha producido ningún efecto negativo en el mercado laboral entre 2001 y 2008, es más, se ha registrado un aumento del 16% en el número de personas ocupadas en el sector del transporte terrestre, y del 9% en el grupo de actividades auxiliares del transporte<sup>9</sup>.

La transformación en Suiza no ha sido del todo positiva, porque no se ha producido una transferencia de tráfico de mercancías hacia modos de transporte más sostenibles, como el ferrocarril o el transporte fluvial (este último con grandes posibilidades en esta región de Europa). No obstante, se ha mantenido la cuota de mercado en el transporte de mercancías por ferrocarril; mientras que en países como España, Francia y en el conjunto de la UE-27 se ha perdido. Además, en Suiza todos los vehículos (pesados o no) pagan una tasa por tener la posibilidad de utilizar la red de carreteras nacional (independientemente de que sean usadas o no), y en función de los días en que el vehículo esté en el país.

En el caso español, según un informe del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de España<sup>10</sup>, el impacto económico de la tasa supondría un incremento de

<sup>6</sup> y <sup>7</sup> Swiss Federal Statistical Office

<sup>8</sup> Swiss Federal Office for the Environment

<sup>9</sup> Swiss Federal Statistical Office

<sup>10</sup> Fuente: Tarifación de infraestructuras del transporte en la UE: Adecuación del sistema español y su aplicación en la red viaria. Actualización 2010.

entre el 0,15 y el 0,20% del IPC en los precios de adquisición de los bienes de consumo, que sólo se registraría el año de su implantación.

### Alemania

Los resultados obtenidos en Alemania por aplicación de la Euroviñeta son dignos de mención. Alemania no sólo ha mantenido niveles de eficiencia buenos en el transporte de mercancías por ferrocarril, sino que además mantuvo en el período 1990-2006 una de las tasas más alta de ocupación de los vehículos de mercancías por carretera de toda Europa, como puede observarse en la Figura 14. Este comportamiento es destacable porque la tendencia del resto de los países ha sido la contraria: la política de bajos precios del combustible ha primado opciones que evitan largos tiempos de espera y priman el tiempo de llegada de las mercancías a su destino sobre otras consideraciones. En parte, el motor de todos estos cambios ha venido motivado por la introducción de políticas “HGV CHARGE”, tasas orientadas al transporte de mercancías por carretera, que por un lado han conseguido pasar buena parte de las mercancías desde la carretera al ferrocarril y por otro han permitido desarrollar la logística de los operadores de transporte por carretera (Eelco den Boer y colaboradores, report, enero de 2009, “*Are trucks taking their toll? The environmental, safety and congestion impacts of lorries in the EU*”).

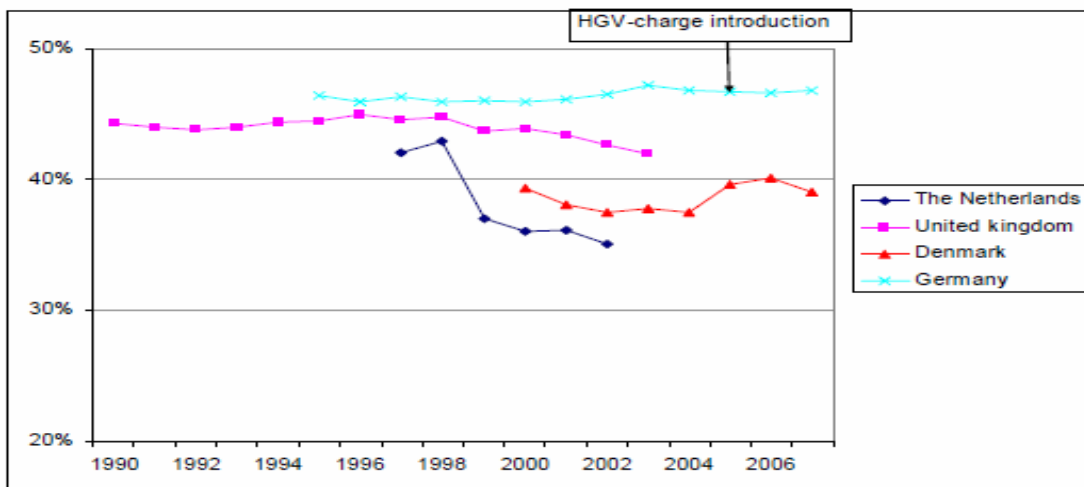


Figura 14. Tasa de ocupación de los vehículos de mercancías por carretera en diferentes países europeos. Incluye todos los vehículos de más de 3,5 toneladas; excepto en Dinamarca, donde se cubren los vehículos de más de 6 toneladas.

Fuente: “Are trucks taking their toll? The environmental, safety and congestion impacts of lorries in the EU”. Delft, January 2009. Eelco den Boer et.

No hay que olvidar la singular situación geográfica de Alemania, que desde la ampliación de la Unión Europea del año 1999, es una zona de paso para los vehículos de mercancías (en 2005, el 35% del transporte de mercancías por las autopistas alemanas fue realizado por operadores extranjeros). Los elevados tráfic de mercancías registrados en el país, implican tener que destinar grandes inversiones a

la conservación y mantenimiento de las infraestructuras de transporte. Para compensar estos costes se decidió implantar un sistema de peajes basado en el uso de la infraestructura, que distingue entre tipos de vehículos según la contaminación que provocan.

Desde la implantación de este peaje ha empezado a aumentar considerablemente el tráfico en algunas carreteras secundarias de Alemania, puesto que muchos transportistas toman rutas alternativas para evitar el pago de los peajes. Este comportamiento ha motivado que desde enero de 2007 el peaje se haya extendido a determinados tramos de carreteras secundarias federales. Los ingresos obtenidos con los peajes se destinan a potenciar otros modos de transporte más ecológicos que la carretera, como son los ferrocarriles y los canales navegables.

### **3.3.- Otros modos de transporte**

Además de la carretera, los otros modos de transporte también tienen un papel que jugar en la movilidad del ciudadano. Cada modo se enfrenta a un desafío inherente a su propia naturaleza: el ruido en el transporte ferroviario, la contaminación del agua del mar y la atmosférica y el cambio climático en el caso del transporte marítimo y la contaminación atmosférica, el ruido y los efectos sobre el cambio climático en el caso del transporte aéreo.

#### Transporte ferroviario

El desafío más importante para el transporte ferroviario es el ruido. Consciente de ello, la Comisión Europea tiene previsto lanzar un paquete de medidas legislativas para actuar en este sentido.

#### Transporte aéreo

En el transporte aéreo se ha dado un avance importante en materia medioambiental con la Directiva 2009/29/CE, de 23 de abril de 2009, de modificación de la Directiva 2003/87/CE para perfeccionar y ampliar el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero. Esta Directiva incluye al sector aéreo en el régimen de comercio de derechos de emisión (vuelos intracomunitarios y viajes con origen ó destino en un aeropuerto de la Comunidad Europea). Además, no sólo preocupan las emisiones de CO<sub>2</sub>, sino que simultáneamente se está preparando un paquete de medidas legislativas que contribuyan a la reducción de las emisiones de óxidos de nitrógeno.

#### Transporte marítimo:

El sector del transporte marítimo, representado por la OMI (Organización Marítima Internacional), está preparando la implantación de medidas de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, y entre las opciones que se contemplan está la inclusión del sector marítimo en el régimen europeo de comercio de derechos

de emisión (de hecho, la navegación marítima internacional pasará en el año 2012 a estar incluida dentro de este régimen, por aplicación de la Directiva 2009/29/CE).

### **3.4.- Peajes urbanos**

Otro de los puntos a tener presente para mejorar las condiciones de movilidad está en incidir en la mejora de la congestión vial en los entornos urbanos y metropolitanos. En ciertos espacios de mucha presión de tráfico los peajes urbanos se convierten en un instrumento eficaz, que permite trasladar a la población la idea de que el espacio vial disponible es escaso y que no se puede multiplicar indefinidamente.

El peaje urbano tiene como fin racionalizar el uso del viario público con fórmulas que no impidan el acceso a ciertos núcleos urbanos, pero que requieran el pago de un precio monetario prefijado. Esta fórmula permite reorientar y reconducir la conducta ciudadana hacia un acto reflexivo de valoración de la conveniencia de acceder a ciertos espacios con el vehículo privado o con transporte público. Los peajes urbanos más eficaces deben ser aplicados con una discriminación tarifaria, en función de tramos horarios de niveles de congestión de la red viaria, de las categorías de los vehículos y sus tamaños; preservando además zonas de alta contaminación del espacio urbano (ZAC).

Las modalidades de peaje urbano pueden ser diversas. Por un lado, existe el peaje que grava el uso de las vías dentro de un área específica y dentro de un horario determinado, sin tener en cuenta la categoría de vehículo o sus prestaciones ambientales (es el caso de Singapur y Londres). Por otro lado, existe también un peaje idéntico al anterior, pero que considera también las prestaciones ambientales de los vehículos (es el caso de Milán). También existen peajes aplicados a una determinada zona (ejemplo de Oslo), peajes electrónicos aplicados a lo largo de un viaje, peajes por uso de zonas de aparcamiento, etc.

Son muchas las ciudades de Europa que han limitado el acceso a su almendra central con peajes: Durham (Inglaterra), Znojma (República Checa), Riga (Letonia) y Valleta (Malta).

En España no ha habido iniciativas de implantación de peajes urbanos. La única referencia es el Plan Vasco de Lucha Contra el Cambio Climático, que aboga por la regulación del tráfico en las ciudades, mediante un sistema de tarificación. Esta iniciativa no se ha puesto en marcha porque ha chocado con la oposición de los diferentes ediles municipales.

Previo al proceso de peajes urbanos muchas ciudades españolas han aplicado ya fórmulas de aparcamiento de pago en superficie. En Madrid se ha publicado recientemente una ordenanza municipal que deja exento a los vehículos eléctricos del pago del Servicio de Estacionamiento Regulado (SER), y otros Ayuntamientos, como el de Vigo, han valorado la posibilidad de aplicar esta exención.

Todos estos proyectos deben ser explicados convenientemente para evitar el rechazo de los ciudadanos, de los comerciantes que pueden ver peligrar su negocio y de los residentes de la zona. Esta tarea de sensibilización debe comenzar por hacer consciente a la sociedad de la situación del tráfico, de la congestión, de la contaminación atmosférica y de los efectos sobre su salud.

En cualquier caso, antes de la implantación de los peajes, se ha de mejorar en la gestión de la red de transporte público (con nuevas líneas de autobuses, ampliación de la frecuencia y mejora de la calidad del servicio de las líneas existentes, mejora de la seguridad,...); puesto que de otro modo no se lograrían los efectos deseados.

### **3.5.- Fiscalidad asociada al sector transporte**

La fiscalidad en el transporte en general, y más aplicada al transporte por carretera, es una de las herramientas claves para modular la economía, tanto por lo que representa esta actividad productiva, como por lo que supone de recaudación de impuestos para el erario público.

El transporte cuenta con los impuestos propios de cualquier actividad económica (impuestos generales), y además cuenta con otros que le son específicos (impuestos específicos), en los cuales se puede actuar para mandar ciertas señales al sistema y promover así formas de transporte con menor impacto ambiental en la emisión de gases de efecto invernadero y en otras emisiones contaminantes. La Comisión Europea viene recomendando la atenuación de las distorsiones motivadas por la excesiva disparidad de los tipos de gravámenes impositivos existentes entre los países miembros, que conducen a generar barreras en lo que se pretende sea un mercado único. Además, la Unión Europea pretende orientar los impuestos directos de los vehículos hacia otros que valoren y tengan presente variables como su uso efectivo y su potencial contaminante.

Tradicionalmente los impuestos que han soportado los diferentes modos de transporte han perseguido una finalidad recaudatoria. Hasta ahora en España sólo los impuestos especiales que afectan a la primera matriculación de vehículos nuevos o usados, contemplan criterios medioambientales de reducción de emisiones; lo que demuestra que está surgiendo una nueva sensibilidad medioambiental que intenta utilizar la herramienta impositiva para compensar los efectos negativos que genera el sector del transporte.

En la Figura 15 se muestran, a modo de resumen, las distintas clases de impuestos y tasas que recaen sobre los vehículos y autorizaciones en el sector del transporte terrestre internacional de mercancías:



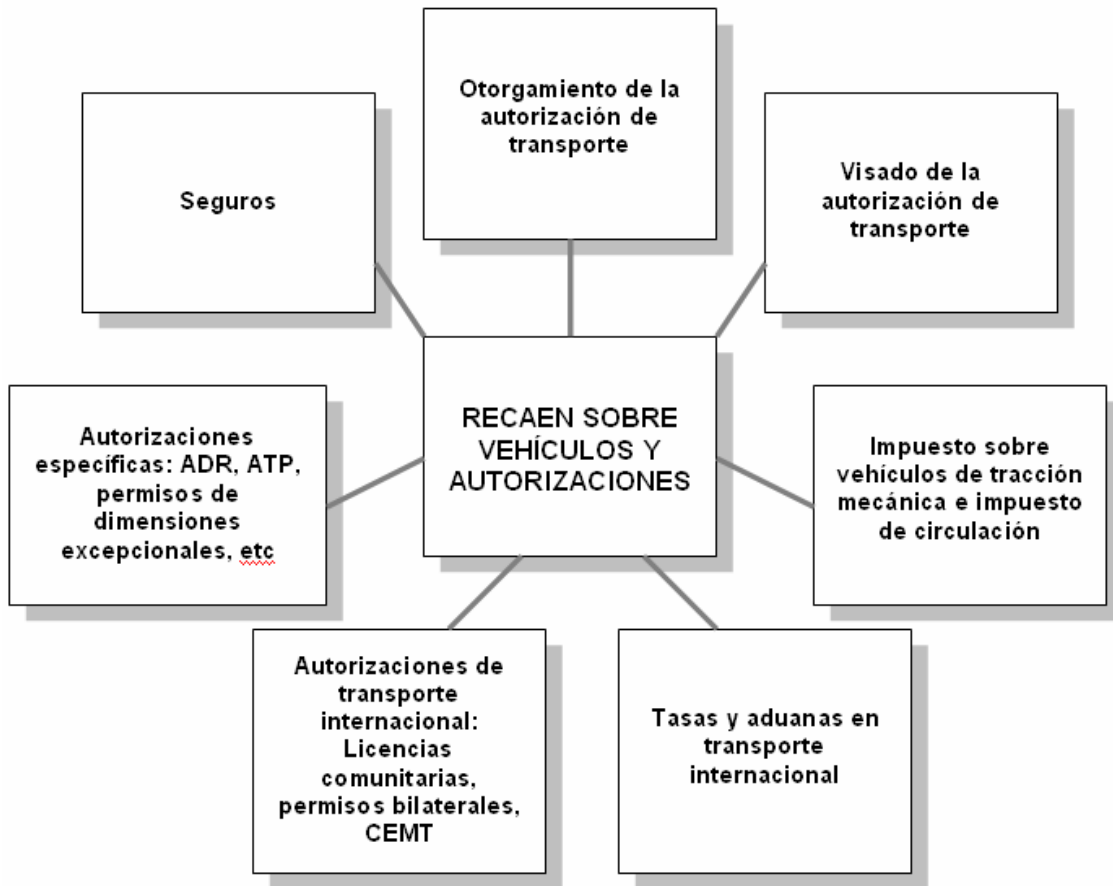


Figura 15. Esquema de la Fiscalidad aplicada en el transporte internacional de mercancías.

En la Tabla 2 se comparan los tipos impositivos que se aplican al impuesto sobre hidrocarburos en de los distintos modos de transporte en España:

Tabla 2. Fiscalidad en España sobre los carburantes en diferentes sectores del transporte (2008).

| Sector Transporte | Impuesto                     | Tipo impositivo                              |
|-------------------|------------------------------|--|
| Carretera         | Impuesto sobre hidrocarburos | Gasolina 0,3957 €/l<br>Gasoil 0,302 €/l      |
| Aviación          | Impuesto sobre hidrocarburos | Exento salvo la aviación privada de recreo   |
| Navegación        | Impuesto sobre hidrocarburos | Exento salvo la navegación privada de recreo |
| Ferrocarril (*)   | Impuesto sobre hidrocarburos | Exento                                       |

Fuente: RACC.

(\*) La parte de tracción eléctrica está gravada con el impuesto sobre la electricidad

Transporte por carretera:

En la Figura siguiente se especifican los impuestos generales y específicos que gravan los vehículos de transporte por carretera en España:

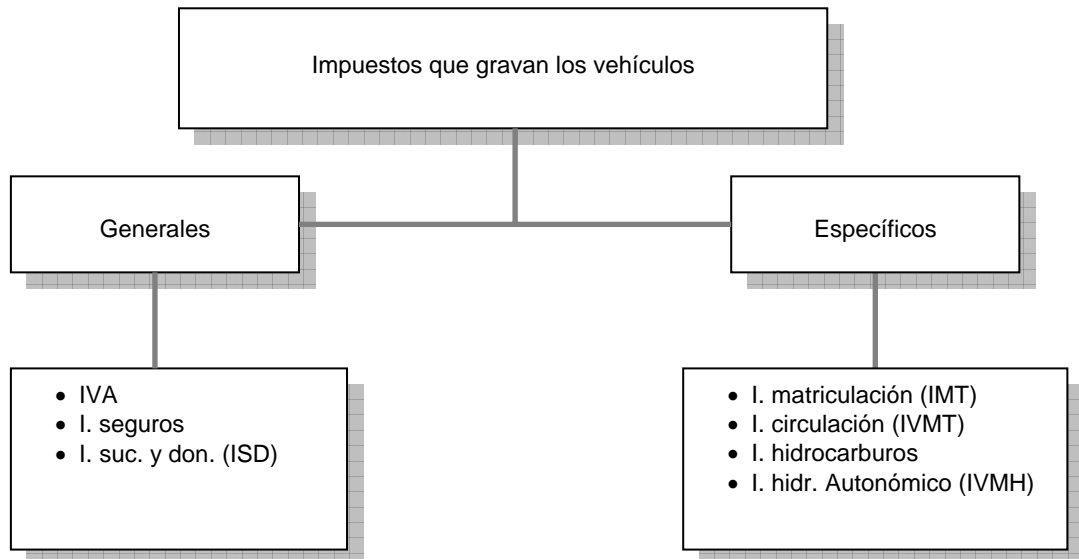


Figura 16. Impuestos que gravan los vehículos destinados al transporte por carretera. Fuente: RACC

En términos monetarios la recaudación de los impuestos que gravan los vehículos destinados al transporte por carretera es significativa. En España representa el 2,6% del PIB, de los cuales el 60% son impuestos específicos (impuestos de matriculación, impuestos de circulación e hidrocarburos).

Dentro de la Unión Europea existen diferencias muy significativas entre los distintos Estados miembros, en cuanto a los tipos de impuestos existentes, su peso y su funcionalidad; que no convergen con los objetivos lanzados desde la UE de lograr un mercado económico único dentro del contexto europeo.

*Impuesto de Matriculación*

Dinamarca cuenta con el impuesto de matriculación más elevado de toda la UE, muy superior a cualquier otro país, gravando el precio del vehículo con un 180% de su precio de adquisición; mientras que Alemania y Reino Unido están exentos de este tipo de impuesto.

*Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA)*

En cuanto a la recaudación del impuesto del valor añadido hay mayor uniformidad en su aplicación entre los países integrantes de la UE: Dinamarca, Hungría y Suecia soportan los tipos impositivos más altos, y España de los más bajos.

*Impuesto de circulación*

Tampoco el impuesto de circulación tiene una aplicación homogénea en el marco europeo; la base impositiva de este impuesto en unos países depende de la cilindrada del vehículo, (la cuál a su vez se evalúa de distinta manera en unas naciones y otras: cubicaje, kilovatio, peso,...) y en otros casos de las emisiones de CO<sub>2</sub>/km. Existen otros países, como las antiguas repúblicas integrantes de la antigua URSS (Eslovaquia, Eslovenia y Estonia), Polonia (país satélite de la antigua URSS) y Francia, que no están aplicando este impuesto.

En el año 2005, la Comisión Europea presentó una propuesta de Directiva sobre los impuestos aplicables a los turismos, que entre otras medidas contempla la reestructuración de la base imponible de los impuestos de matriculación y de circulación con el fin de vincularlos con las emisiones de CO<sub>2</sub>. Esta propuesta de Directiva plantea el objetivo para el año 2008, de que como mínimo el 25% de la recaudación de estos dos impuestos sirvan para corregir las consecuencias medioambientales que genera la circulación de los vehículos; favoreciendo así la compra de vehículos más eficientes, y con menos emisiones de CO<sub>2</sub>.

Esta propuesta de Directiva se ha hecho sentir en los Estados miembros, que han querido dar signos de aproximación hacia estas transformaciones, adecuando su normativa para incentivar la compra de vehículos con menos emisiones de CO<sub>2</sub>. En España, este espíritu está desarrollado en la *Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y de protección de la atmósfera*, que impuso a partir del 1 de enero de 2008 la aplicación de un impuesto de matriculación basado en las emisiones medias de los vehículos por kilómetro recorrido (véase la Tabla 3); favoreciéndose así a los automóviles menos contaminantes

Tabla 3. Diferentes tipos impositivos del impuesto de matriculación en España desde el 1 de enero de 2008.

| <b>Emisiones por kilómetro</b> | <b>Tipo impositivo (%)</b> |
|--------------------------------|----------------------------|
| < 120 g CO <sub>2</sub> /km    | 0                          |
| 120 – 160 CO <sub>2</sub> /km  | 4,75                       |
| 160 – 200 CO <sub>2</sub> /km  | 9,75                       |
| > 200 CO <sub>2</sub> /km      | 14,75                      |

Fuente: *Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y de protección de la atmósfera.*

Actualmente, se está debatiendo la posibilidad de fusionar el impuesto de matriculación y el de circulación en uno solo, cuya base imponible sea función de las emisiones medias de cada vehículo, y del uso que se haga del espacio público, teniendo en cuenta las áreas más demandadas en cuanto a movilidad se refiere. Este nuevo impuesto podría pasar a ser recaudado por las autonomías, con cesión parcial a los municipios.

*Impuesto de Hidrocarburos:*

Entre los impuestos específicos existentes en España, el de hidrocarburos es el que supone mayor porcentaje de recaudación, con un 46% del total, a pesar de que este impuesto en la UE se fija con el tipo mínimo. Este impuesto tiene cierto efecto corrector sobre el mercado monopolístico concentrado en los países de producción del petróleo.

El precio del combustible es uno de los factores que más influyen en los comportamientos de la sociedad para satisfacer sus necesidades de movilidad, y por ello, actuar sobre esta variable puede ser crucial para reconducir conductas hacia formas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. Durante la crisis petrolífera de la década de 1970 (en menos de 2 años el precio del petróleo casi se triplicó) las políticas de energía se dirigieron a intentar controlar el crecimiento de la demanda energética y a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, en mayor medida que las políticas medioambientales y de eficiencia energética aplicadas a partir de los años 90 (Fuente: *30 años de uso de energía en los países de la AIE, el consumo energético en el nuevo milenio*).

En la Figura 17 se observa que existe una clara relación entre el precio del combustible y el consumo de combustible por kilómetro recorrido. Así, Italia y Reino Unido, con los precios del combustible más caros, presentan bajas tasas de consumo de combustible por kilómetro. En cambio, en Estados Unidos y Canadá, sucede lo contrario.

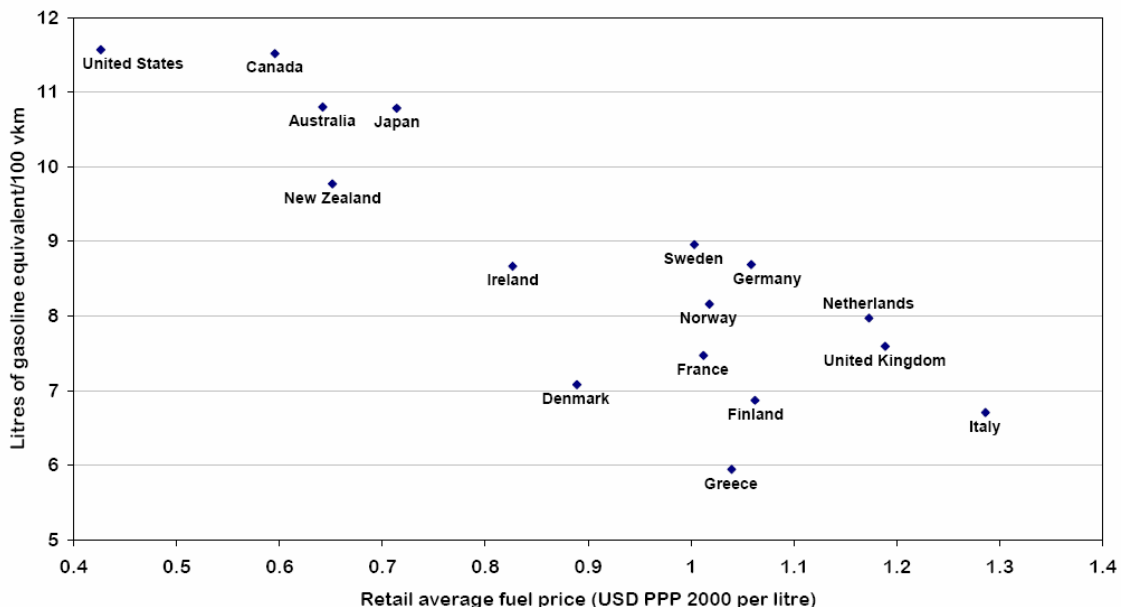


Figura 17. Relación entre el precio medio del combustible de automoción y la eficiencia de los vehículos medida como consumo de combustible por distancia recorrida.

Fuente: Fuel Prices and Transport Indicators, Olivier Lavagne d'Ortigue, Energy Statistics Division, Paris, 29 enero 2008.

Fijándose en la Figuras 18 y 19, se observa que España se sitúa entre los países con menor presión fiscal sobre los combustibles, siendo ésta del 37% del precio final del carburante para el diésel de automoción y del 53% para la gasolina. En los casos extremos se encuentran, Estados Unidos, con la menor presión fiscal entre los países analizados en ambos tipos de combustibles, y Reino Unido junto con Alemania, que aplican la mayor fiscalidad a los combustibles.

La política de aplicación del impuesto sobre hidrocarburos debería orientar la demanda de transporte hacia objetivos de sostenibilidad que se basen en la implantación del principio de “quien contamina paga”.

Para lograr estos objetivos, el precio del combustible debería posicionarse muy por encima del precio actual, superando la revalorización de la renta; puesto que sería una medida eficaz para detener el creciente aumento de la movilidad.

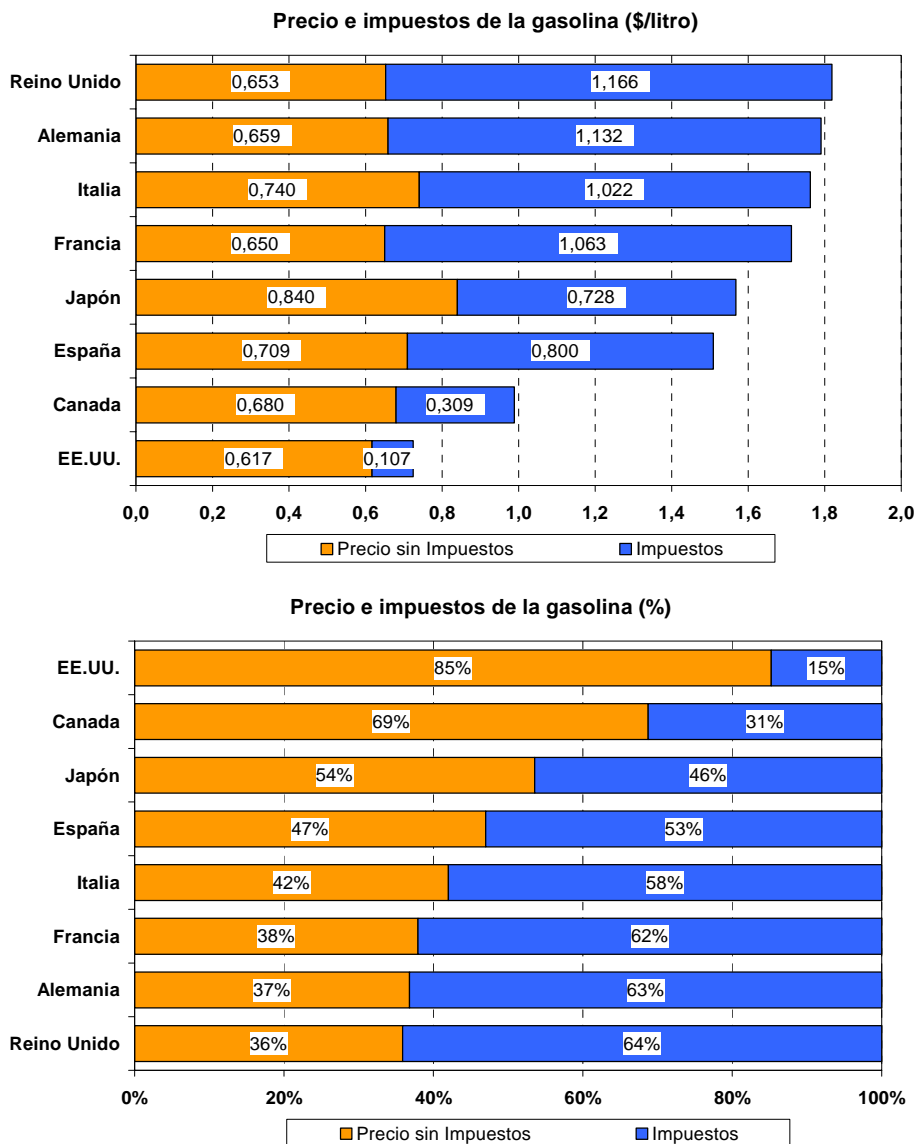
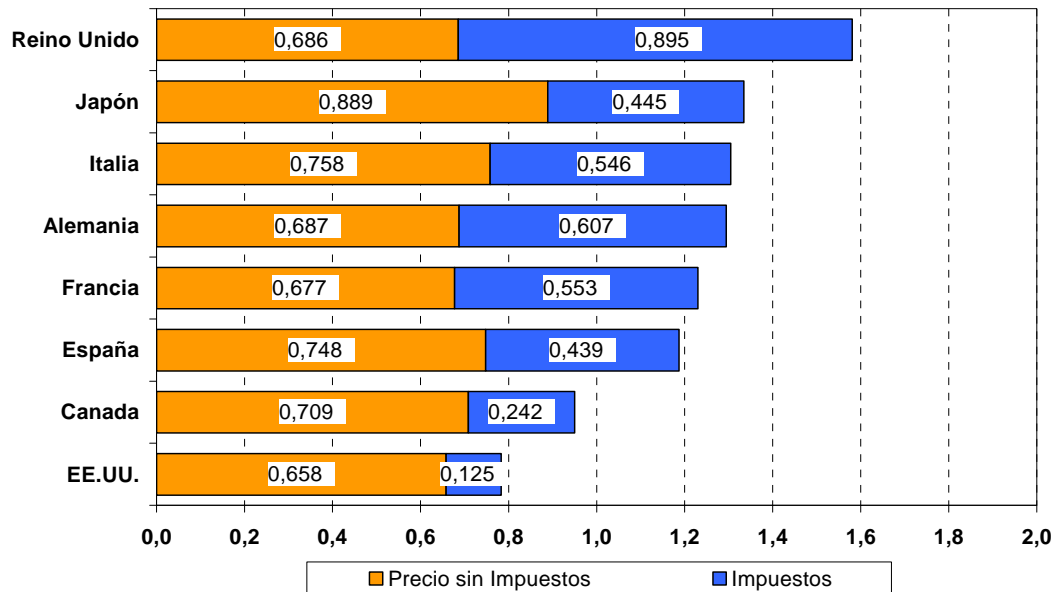


Figura 18. Precio con y sin impuestos de la gasolina en diferentes países desarrollados para el año 2010, dados en dólares por litro (arriba) y en porcentaje (abajo).

Fuente: Agencia Internacional de la Energía.

**Precio e impuestos del gasóleo (\$/litro)**



**Precio e impuestos del gasóleo (%)**

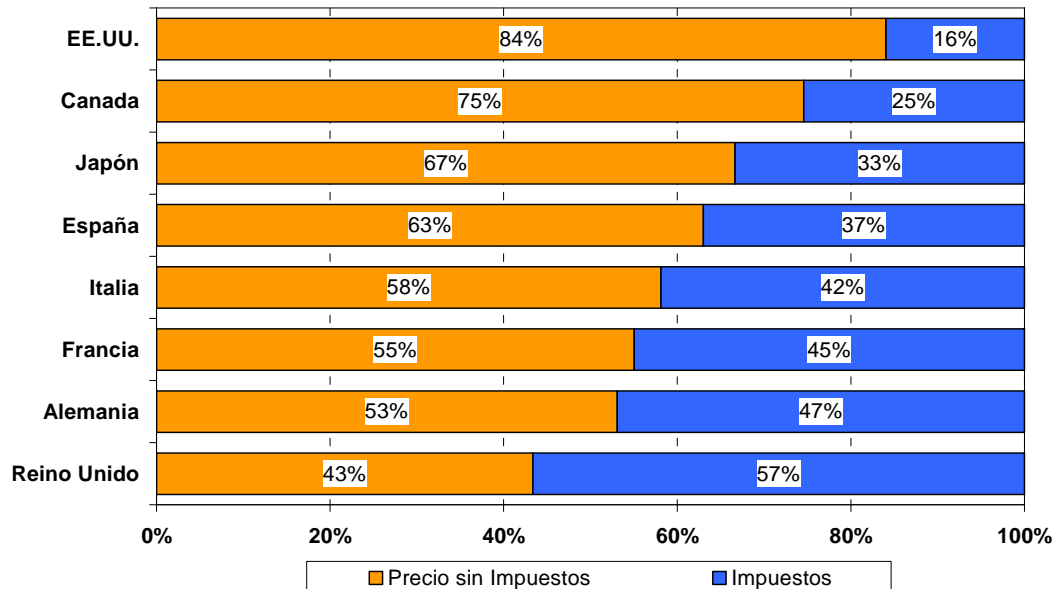


Figura 19. Precio con y sin impuestos del gasóleo, en diferentes países desarrollados para el año 2010, dados en dólares por litro (arriba) y en porcentaje (abajo).

Fuente: Agencia Internacional de la Energía.

En el entorno europeo España presenta tipos impositivos medios del impuesto sobre hidrocarburos, tanto para las gasolinas como para el gasóleo, siendo este último un poco más bajo que el del gasóleo.

Con las herramientas impositivas que existen en la actualidad se está favoreciendo la compra de vehículos con menos emisiones de CO<sub>2</sub>, descuidando la consideración de otro tipo de contaminantes que inciden significativamente en la salud de los ciudadanos, como son los óxidos de nitrógeno y el material particulado. Las Administraciones Locales podrían reconducir los efectos de las políticas de transporte adversas, que han aumentado las emisiones de los contaminantes mencionados, favoreciendo la compra de coches más eficientes y menos contaminantes en óxidos de nitrógeno y material particulado, a través de la aplicación del impuesto de circulación basado en criterios de emisiones tanto de CO<sub>2</sub> como de estos contaminantes y de la movilidad registrada en el espacio público.



## **Capítulo 2.- Transporte y afección sobre el capital natural, la calidad ambiental y la biodiversidad**

### **1.- Introducción**

El propósito inicial de este capítulo es el de pasar revista a las interacciones entre el Sistema Transporte y el Sistema Medio Ambiente, considerando las afecciones del transporte sobre el medio, seguidos en las definiciones sobre este aspecto que se contienen en los llamados principios de la conferencia de Vancouver sobre transporte sostenible. En dicha conferencia (1996) de la OCDE el Transporte Ambientalmente Sostenible fue definido como: El Transporte que no pone en peligro la salud pública o los ecosistemas y resuelve las necesidades de movilidad cumpliendo además: a) uso de los recursos renovables por debajo de sus tasas de regeneración b) uso de los recursos no renovables por debajo de la tasa desarrollo de sustitutos renovables. Al margen de esta definición, que se puede considerar bastante restrictiva y ambientalista, tradicionalmente, se ha venido valorando la sostenibilidad del transporte sólo en términos de consumo de energía, de emisiones, o de eficiencia de los diversos modos, pero si se emplea un concepto de sostenibilidad fuerte, que en realidad es el apropiado para poder tener una verdadera visión ambiental, es necesario considerar aspectos como el impacto sobre la biodiversidad, la contabilidad de recursos naturales y otras consideraciones en las que se muestren el conjunto de las externalidades negativas del sector, con el fin de poder identificar oportunidades de mejora.

Por otra parte, suele existir un desfase entre los indicadores y parámetros empleados en la Evaluación Ambiental de Infraestructuras, en la que se tienen en cuenta los factores bióticos o de ocupación de territorio, y la forma en la que se evalúa la sostenibilidad del transporte, considerando sólo emisiones, eficiencias energéticas y optimizaciones entre modos de transporte. Para tratar de paliar esta separación se desea presentar una visión más amplia de la interacción entre transporte y medio ambiente de lo que suele hacerse cuando sólo se considera la eficiencia energética y los ratios entre variables económicas y consumo de recursos. Es decir, apostar por un análisis dentro el terreno de la sostenibilidad ambiental estricta o sostenibilidad fuerte, que complemente la visión de sostenibilidad laxa o débil, en la que una ganancia o mejora global del conjunto formado por los tres factores (ambiental, social y económico) puede considerarse aceptable y sostenible, aunque implique pérdidas netas de calidad ambiental.

En relación con esto, se considera lo expuesto en el documento europeo *Indicators of Environmental Sustainability in Transport (An interdisciplinary approach to methods)*, al afirmar que el capital natural entendido como el mantenimiento de la integridad de las áreas naturales y de la biodiversidad, tiene un carácter irreductible, por lo cual un intercambio no restringido entre pérdidas de capital natural y ganancias sociales y económicas, chocaría de forma clara con las propias regulaciones de protección ambiental, tanto nacionales como europeas. El desarrollo sostenible debe introducir,

por tanto, el concepto de límites, dado que el medio ambiente no posee una capacidad ilimitada para producir recursos, así como para asimilar residuos y emisiones. Citando lo expuesto en el documento sobre tecnologías de la información aplicadas a la mejora del Transporte y la Sostenibilidad, del Instituto de la Ingeniería de España, “La idea que subyace al concepto de declaración de impacto ambiental que se ha introducido hace ya algunos años en lo que se refiere a las obras, debería extenderse a otros contextos como el diseño de las operaciones y los servicios, que son las actividades que realmente causan efectos continuos en el tiempo”.

Desde el punto de vista del marco europeo de políticas y legislación, no se puede perder de vista que la política de Conservación de la Biodiversidad es uno de los ejes más fuertes en los que se basan los objetivos a medio plazo de la Unión Europea.

Como aproximación a lo expuesto, cabe considerar los siguientes documentos y definiciones, como el marco en que desarrollar este análisis:

#### **1.1.- Elementos de políticas europeas y nacionales en relación con Sostenibilidad, Transporte y Conservación de la Naturaleza.**

**COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSEJO, AL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO Y AL COMITÉ DE LAS REGIONES:** *“Opciones para una meta y una visión de la UE en materia de biodiversidad más allá de 2010”. Dentro de este documento se establece que “...la biodiversidad es parte integrante del desarrollo sostenible porque proporciona bienes y servicios vitales ... que son el soporte de nuestra prosperidad económica, de nuestro bienestar social y de nuestra calidad de vida”.*

**COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN** *“Un futuro sostenible para los transportes: hacia un sistema integrado, tecnológico y de fácil uso”*

*Entre otras cosas establece “Al proyectar el futuro sistema de transporte deberían considerarse todos los elementos de sostenibilidad, lo que afecta al funcionamiento de los medios de transporte (emisiones, ruido) y a la creación de la infraestructura (uso del suelo, biodiversidad)”.*

**CUARTO INFORME NACIONAL SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA. GOBIERNO DE ESPAÑA, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Y MEDIO RURAL Y MARINO.** *A pesar de los avances logrados, la integración sigue siendo el gran reto de la política de biodiversidad en España, así como en otros países de la Unión Europea. Falta desarrollar e implementar mecanismos de seguimiento y evaluación para determinar el grado en que las medidas actuales de integración están produciendo beneficios reales para la biodiversidad e introducir indicadores específicos en cada sector productivo para valorar adecuadamente los avances producidos y las necesidades detectadas. Es necesario también desarrollar sistemas de evaluación de los servicios proporcionados por los ecosistemas en relación con cada política sectorial.*

*Los documentos citados no pretenden ser una relación exhaustiva, sino más bien mostrar algunos ejemplos representativos la entidad que tienen a alto nivel político, las alusiones a la necesidad de proteger el capital natural. La conclusión a obtener es que la preocupación por las interacciones entre Transporte y Conservación Ambiental está en la agenda política de la Unión Europea, y en la española, y que su peso es creciente.*

## **1.2.- Definiciones.**

Antes de abordar el capítulo, se aportan algunas definiciones de elementos clave a los que se van a referir los diversos epígrafes. Aunque no son sólo estos los aspectos objeto de atención, se aportan algunas definiciones de conceptos que se consideran de especial relevancia. La intención es anticipar algunas ideas-fuerza que deben estar presentes al pensar en términos de sostenibilidad.

- Biodiversidad

Por "diversidad biológica" se entiende la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. La biodiversidad refleja el número, la variedad y la variabilidad de los organismos vivos. Incluye la diversidad dentro de las especies, entre especies y entre ecosistemas. El concepto también abarca la manera en que esta diversidad cambia de un lugar a otro y con el paso del tiempo. Indicadores como el número de especies de un área determinada pueden ayudar a realizar un seguimiento de determinados aspectos de la biodiversidad.

- Capital natural crítico

El capital natural crítico puede definirse como aquel capital natural que es responsable de funciones medioambientales importantes y que no puede sustituirse en la provisión de funciones medioambientales por capitales industriales u otro tipo de capital (Ekins et al., 2003b, pág. 168).

Por ello, reivindica que no es suficiente con mantener el valor total del stock de capital, sino que más bien que el capital natural debe ser conservado dado que, al menos, una parte de éste es insustituible por capital creado por el hombre. Esta, es aquella parte del capital natural que desarrolla unas funciones medioambientales importantísimas e irremplazables para la propia vida y se denomina capital natural crítico.

- Sostenibilidad Ambiental

En ecología sostenibilidad describe como los sistemas biológicos se mantienen diversos y productivos con el transcurso del tiempo. Desde la perspectiva de la prosperidad humana y según el Informe Brundtland de 1987, la sostenibilidad consiste

en satisfacer las necesidades de la actual generación sin sacrificar la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades.

- Transporte Sostenible

La ambigüedad de la definición de desarrollo sostenible hace que sea muy difícil incluso su evaluación. No existe una definición única de *transporte sostenible* y algunos autores, como Nijkamp, hasta dudan de que tal cosa pueda existir. Pero sí podemos definir lo que marca las tendencias hacia la sostenibilidad o no. Si pensamos en el transporte, hemos de tener en cuenta que hay que incidir en diversas facetas para que éste mejore su sostenibilidad:

- Un sistema de transporte que cumple sus objetivos y que asigna sus recursos de manera óptima en el sentido económico en cuanto a reparto modal, atribución de medios y selección de tecnologías.
- Un sistema de transporte que logra la eficiencia en el uso y consumo de recursos a una tasa renovable.
- Un sistema de transporte que es seguro, es decir con bajos índices de accidentalidad y mortalidad.
- Un sistema de transporte que minimiza las afecciones urbanísticas o territoriales de los sistemas de movilidad y transporte.
- Un sistema de transporte que minimiza la huella ecológica, y en particular de la emisión de CO<sub>2</sub> y demás gases de efecto invernadero en el transporte.
- Un sistema de transporte que mitigue otras externalidades negativas de consecuencias preocupantes: congestión, irregularidad de los tiempos de viaje, contaminación acústica, polución por vertidos, etc.

Por otra parte, desde la Unión Europea (Grupo de Expertos de Transporte y Medio Ambiente de la Unión Europea, 1999) se define de la siguiente forma. Un sistema de transporte sostenible es aquel que:

- a. Permite alcanzar las necesidades de acceso básicas en el desarrollo de los individuos, empresas y sociedades de una manera segura y consistente con la salud humana y el ecosistema, al mismo tiempo que promete la equidad entre las generaciones.
  - b. Es factible, opera de manera eficiente, ofrece la posibilidad de elegir modo de transporte y promueve la economía activa y el desarrollo regional.
  - c. Limita las emisiones y residuos dentro de la capacidad del planeta para absorberlos, emplea fuentes de energía renovables a, o por debajo de sus niveles de generación y utiliza fuentes no renovables a, o por debajo de los niveles de desarrollo de los sustitutos rentables y minimiza el impacto del uso del suelo y la producción de ruido.
- Fragmentación de hábitats

Es el proceso de división de hábitats continuos en fragmentos, que a medida que disminuyen de tamaño, se van aislando entre sí, y que, en conjunto ocupan sólo una fracción de la superficie original del hábitat. En las fases iniciales del proceso, la pérdida de superficie es la causa principal de disminución de diversidad biológica, mientras que, en fases avanzadas, los efectos de aislamiento toman mucha más importancia (Harris, 1984).

- Huella ecológica

Se trata de un indicador que ayuda a estimar el capital natural necesario para el mantenimiento sostenible de la sociedad humana. Se define (por sus autores) como el área de territorio ecológicamente productivo (cultivos, pastos, bosques o ecosistemas acuáticos), necesaria para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población determinada con un nivel de vida específico de forma indefinida.

- Red ecológica

En 1986, Noss y Harris introdujeron el concepto de red de hábitats y en 1988, Van Selm, la de estructura ecológica. El concepto de una estructura o red que canalizara los desplazamientos de la fauna, a través de ambientes hostiles, resulta muy atractivo. El concepto de red ecológica no sólo incluye esto, sino que engloba distintos hábitats y escalas. Cumple funciones de conservación de fauna y flora, protección de acuíferos, actividades recreativas, etc. La Red Ecológica que se ha desarrollado en la Unión Europea es la Red Natura 2000 y será tratada en capítulos posteriores.

### **1.3.- Legislación y políticas.**

El término Biodiversidad comenzó a generalizarse a partir del año 1992, cuando la comunidad internacional reunida en la Cumbre de Río firmó, entre otras resoluciones el Convenio sobre la diversidad biológica para mantenerla a nivel mundial.

En la Unión Europea ya existían algunos precedentes en este sentido como el Convenio de Berna, de 19 de septiembre de 1979, relativo a la vida silvestre y del medio natural en Europa, el Convenio de Bonn, sobre la Conservación de las Especies Migratorias de vida Silvestre y la Directiva 79/409/CEE, de Aves.

En 1993 se formó el Convenio de la Biodiversidad por parte de la Unión Europea, en el que se establecieron que deben desarrollarse estrategias, planes o programas nacionales para la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica

La Directiva Aves, junto con la Directiva 92/43/CEE, de Hábitats, son los principales instrumentos legislativos a nivel europeo dedicados a la protección de la naturaleza. Constituyen las bases para el establecimiento de la red ecológica Red Natura 2000.

En el ámbito nacional, la ley 42/2007, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, en la que se completa y perfecciona el marco legal para la conservación de la diversidad biológica en España y que define el papel de la conectividad en la conservación de la Biodiversidad, asunto estrechamente ligado con la política de infraestructuras y los efectos del transporte: Las Administraciones Públicas preverán, en su planificación ambiental [...] mecanismos para lograr la conectividad ecológica del territorio, estableciendo o restableciendo corredores [...]. Para ello se otorgará un papel prioritario a los cursos fluviales, las vías pecuarias, las áreas de montaña y otros elementos del territorio, lineales y continuos [...] con independencia de que tengan la condición de espacios naturales protegidos.

## **2.- Identificación de los impactos producidos por la presencia y uso de las infraestructuras de transporte.**

### **2.1.- Introducción.**

El transporte es uno de los sectores de mayor entidad a la hora de generar diversos tipos de incidencia ambiental, y así se refleja en numerosos documentos técnicos y de políticas ambientales y de sostenibilidad de la Unión Europea. Frecuentemente, al abordar lo referido a sostenibilidad del transporte, sólo se considera lo relacionado con emisiones de CO<sub>2</sub> y consumos de combustible, pero se debe intentar evitar la separación tradicional entre los métodos de evaluación propios de E.A.E y de Evaluación de Impacto Ambiental, por una parte, y los indicadores globales de transporte, por otra, estableciendo un nexo. Por tanto, al margen de optimizar la gestión y mejorar en la elección de los modos de transporte para los diversos tipos de rutas y usuarios, es imprescindible considerar la variable ambiental estricta, y abordar, por tanto, el impacto ambiental.

Así, desde el punto de vista de impacto ambiental deberemos considerar dos fases: La fase de construcción de la infraestructura de transporte y la fase de la explotación y uso de la misma. Por una parte, la construcción de la infraestructura produce una sustitución del hábitat natural por otro antrópico, que perturba los procesos ecológicos del territorio a lo largo del tiempo. Por otra parte, la explotación de dicha infraestructura produce contaminación química, acústica y lumínica e impide el paso de la fauna de un lado a otro de la vía. Todos estos efectos pueden derivar en un problema de pérdida de biodiversidad a largo plazo.

El objeto de este tema es la identificación de los principales impactos y su relación, ya que, además de ser un problema por sí mismos, se producen complejas sinergias entre muchos de los efectos.

Desde el punto de vista del alcance, al hablar de transporte, se hará referencia al transporte de personas y mercancías, en los modos carretera, ferrocarril, aviación y cercanías.

### **2.2.- Clasificación de efectos.**

Los efectos medioambientales producidos por las infraestructuras de transporte se pueden diferenciar en función de la escala del ámbito geográfico a la que se producen:

- Efectos globales
- Efectos regionales
- Efectos locales

Efectos globales:

Los efectos globales se refieren a la utilización y consumo de energía y recursos naturales, y del impacto ambiental a escala mundial.

- Consumo de recursos y energía
- Cambio climático

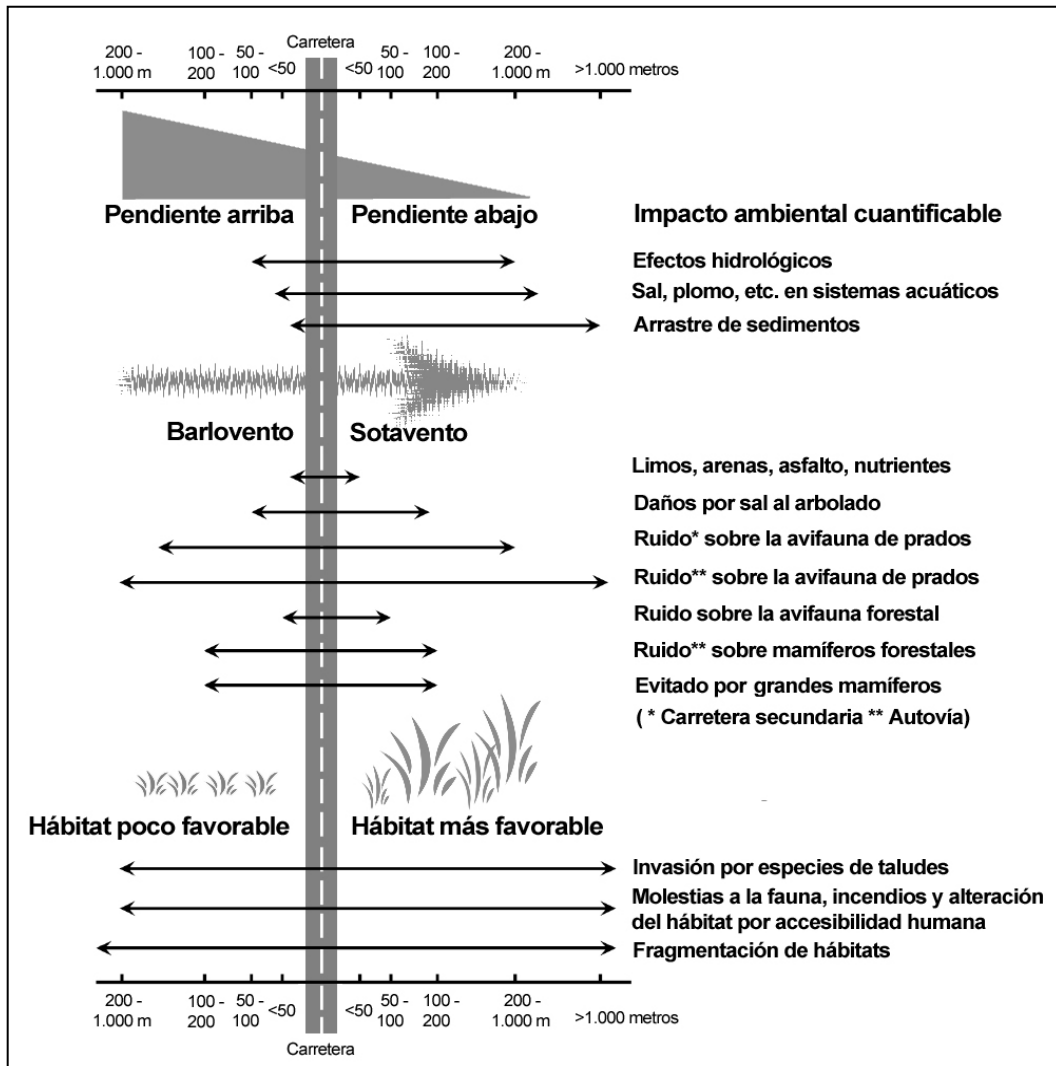
Efectos regionales:

- Ocupación de suelo
- Fragmentación territorial y de hábitats
- Efecto barrera: obstáculo físico que impide el desplazamiento.
- Antropización y homogeneización del paisaje, incremento del espacio urbanizado.
- Como consecuencia de los anteriores se producirá una contribución a la extinción de poblaciones y especies, así como a la desaparición de determinados tipos de hábitats.

Efectos locales:

- Perturbaciones químicas
- Contaminación acústica
- Contaminación lumínica
- Introducción y dispersión de especies colonizadoras
- Mortalidad de fauna por atropello, seguridad vial





Amplitud de los Impactos de las carreteras sobre el entorno. Fte: Iglesias Merchán, C. et al. 2009 (adaptado de Forman et al. 2003 y de Seiler, A. y Folkesson, L. 2003)

Los impactos también se pueden clasificar según se deban a la construcción y presencia de la infraestructura, al uso de la misma o a ambos.

Efectos relacionados con la construcción y presencia de la infraestructura:

Ocupación de suelo: La construcción de infraestructuras de transporte implica una pérdida neta de superficies agrícolas y/o forestales y por tanto una pérdida directa de hábitat disponible de las especies ligadas a ellos.

Fragmentación de hábitats: Este fenómeno consiste en la partición de áreas contiguas en fragmentos más pequeños. Cuando ha desaparecido una parte importante de un hábitat en un territorio, los fragmentos remanentes pueden no ser suficientes para mantener las necesidades de las especies y pueden producir extinciones locales de las especies más sensibles. Este efecto es especialmente evidente en el caso de las infraestructuras lineales, tanto carreteras como de ferrocarriles, canales, etc.

Introducción y dispersión de especies invasoras: La construcción de infraestructuras de transporte produce ambientes altamente perturbados y hostiles para muchas especies locales. Un aspecto importante a reseñar es que las vías de comunicación no siempre son perjudiciales en términos de oportunidades de expansión de las poblaciones, si bien éste no es un defecto deseado y debe entenderse como un impacto negativo sobre la biodiversidad cuando las que se benefician son especies invasoras que precisamente utilizan las infraestructuras como vía de penetración en los territorios invadidos.

Efectos relacionados con el uso de la infraestructura:

Perturbaciones químicas: Los contaminantes químicos como metales pesados, partículas de asfalto y otros agentes tóxicos producen perturbaciones tanto en seres humanos como en el resto de seres vivos. La mayoría de estos contaminantes se acumulan en las proximidades de las infraestructuras de transporte, pero sus efectos van desde las propias vías hasta varios centenares de metros más allá, alterando las características de las aguas, suelos y vegetación del entorno, siendo el ejemplo más inmediato el de la sal empleada durante las campañas invernales.

Contaminación acústica: El ruido generado por el tráfico de las infraestructuras de transporte es otro agente perturbador que se propaga en el medio. En el caso de las carreteras y del ferrocarril se están utilizando distintos métodos para corregir este impacto, especialmente en el entorno de las ciudades, como las pantallas acústicas y caballones de tierra, ambas soluciones también están siendo ensayadas en algunos espacios naturales. El caso de los aeropuertos tiene gran repercusión social y mediática. Se utilizan métodos altamente sofisticados para evaluar el ruido generado y se prohíbe la urbanización de suelo próximo a los aeropuertos sometidos a niveles altos de ruido.

Mortalidad de fauna por atropello: La valoración de la importancia ecológica que los atropellos tienen para una determinada especie implica la consideración del tamaño de sus poblaciones: Un elevado número de atropellos no necesariamente implica una amenaza para la supervivencia de dicha especie, pero la cuestión se agrava en casos de especies poco comunes o en peligro de extinción. Evidentemente, en estos casos, la mortalidad de individuos es una amenaza clara a la biodiversidad. Por ello, actualmente, muchas de las medidas correctoras que se utilizan en la construcción de carreteras y vías de ferrocarriles van encaminadas a paliar este problema; la prevención de los atropellos tiene interés, no solamente para la conservación de las especies de fauna sino también para la mejora de la seguridad vial. Algunas medidas correctoras van encaminadas a adaptar el vallado perimetral de autovías y LAVs, en función de las características de la fauna del entorno, complementadas por el acondicionamiento de los drenajes y pasos transversales de las infraestructuras para la fauna terrestre. Otras medidas adicionales suelen ser el empleo de pantallas vegetales y caballones de tierra para aves y señalización específica para conductores.

Efectos relacionados con la presencia de la infraestructura y el uso:

Efecto barrera: Las barreras que representan la simple presencia de las infraestructuras de transporte es un efecto ya bastante constatado a nivel científico. Perturban la dispersión de las plantas y los desplazamientos de los animales. El efecto se calibra en función de la intensidad del tráfico, ancho de la infraestructura, características de los márgenes, el comportamiento animal y su sensibilidad a perturbaciones. Algunas de las medidas correctoras en la construcción de carreteras y ferrocarriles son los túneles, falsos túneles, viaductos, pasos superiores e inferiores de fauna, acondicionamiento de estructuras transversales de uso mixto, etc.

Contaminación lumínica: La iluminación artificial de las infraestructuras de transporte puede afectar a la fauna de forma negativa, provocando trastornos en sus sistemas biológicos debido a la alteración de la percepción día-noche, originando problemas de orientación espacial y patrones de actividad. Además, los movimientos de vehículos (probablemente en combinación con el ruido) pueden alterar el comportamiento de los animales e inducir estrés en determinadas especies.

Consumo de recursos y energía: El transporte requiere consumo de energía, que implica a su vez un consumo de recursos naturales no renovables (fuentes fósiles como los derivados del petróleo) al tiempo que emite contaminantes a la atmósfera que afectan a la calidad del aire. Por otra parte, la construcción, en sí misma de cualquier infraestructura (ya sea carretera, vía férrea, aeropuerto, etc) supone un consumo de recursos utilizados para materiales de obra. Ocurrirá lo mismo cada vez que se hagan modificaciones o ampliaciones de la infraestructura.

#### Cambio climático y efecto invernadero:

El sector del transporte desempeña un papel crucial y creciente en las emisiones de gases de efecto invernadero, GEI. El 95% de la energía que el transporte necesita proviene del petróleo, con las conocidas implicaciones de agotamiento del recurso y emisiones de GEI. El transporte es responsable del 23% (6,3 GTCO<sub>2</sub>) de las emisiones de GEI asociadas a la energía, correspondiendo un 75% de este 23% al transporte rodado.

En el ámbito de la Unión Europea, el transporte es, según EUROSTAT, responsable del 19,5% de las emisiones de CO<sub>2</sub> en Europa, sin contar la aviación internacional y la navegación.

Siguiendo en el ámbito europeo, las cifras de emisiones incluyendo la totalidad de los transportes alcanzaría el 24% de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

A la vista de estas cifras, se comprende que el transporte es un sector crucial a la hora de actuar sobre el cambio climático a escala mundial. Al margen de otras externalidades negativas de este cambio, habrá una incidencia indirecta, pero de gran calado, sobre la distribución de los ecosistemas, generando una presión apreciable sobre la biodiversidad, especialmente en zonas críticas del planeta.

### **2.3.- Conclusiones.**

La combinación de los efectos descritos produce una pérdida clara no sólo de la cantidad de territorio sino de la calidad ecológica del mismo.

Hay que considerar, además, que la construcción de nuevas infraestructuras conlleva con frecuencia cambios de uso en los terrenos cercanos, creación de núcleos urbanos dispersos, industrialización de la zona, etc., por lo que la antropización del medio afectado por una infraestructura de transporte puede alcanzar dimensiones a nivel comarcal o regional.

La conservación y restauración de corredores ecológicos se contempla como la solución para esta problemática. Un ejemplo llevado a cabo en Europa es la Red Natura 2000 y la Red Ecológica Pan-Europea que aspiran a conservar los espacios que alojan hábitats designados como prioritarios por la Directiva 92/43/CEE y a conectar estos espacios con la finalidad de conservar la diversidad biológica. La dimensión territorial de la Red Natura 2000 en España abarca unos 12.000.000 ha de superficie, un 22,4% de la superficie nacional, triplicando las estructuras tradicionales de conservación de espacios naturales protegidos existentes antes de la "Directiva Hábitats".

Como ya se ha anticipado, los espacios de especial relevancia para la conservación, así como el conjunto de los espacios que componen redes o corredores vienen teniendo una importancia relevante como factores a considerar en las fases de plan o proyecto de las infraestructuras del transporte, pero en menor medida se considera su importancia a la hora de valorar la incidencia global o la huella del transporte en su conjunto. A través de la huella ecológica, así como de otras aproximaciones complementarias, se está abordando ese aspecto, como una aproximación a la incidencia sobre el capital natural de un territorio.

## **3.- Unificación de la medida del impacto a través del uso de la huella ecológica. Indicadores y técnicas complementarias para la evaluación de la sostenibilidad en relación con el factor biodiversidad.**

### **3.1.- Concepto de huella ecológica.**

El concepto de huella ecológica fue introducido por Wackernagel y Rees (1996) a partir de la idea básica de que cada individuo, proceso, actividad y región tiene un impacto en la Tierra, debido al uso de los recursos naturales, de los usos generados por la naturaleza y la generación de residuos.

Se puede definir formalmente la huella ecológica de una población como el total de espacios de tierra y mar, ecológicamente productivos, necesarios para producir todos los recursos consumidos por esa población y para asimilar todos sus desechos. Normalmente se expresa en hectáreas (ha).

Existen seis dimensiones básicas en el cálculo de la huella ecológica(\*):

- Superficie destinada a cultivos: área para producir los vegetales que se consumen

- Superficie destinada a pastos para alimento del ganado
- Superficie marina necesaria para producir pescado
- Superficie necesaria para proporcionar alimento vegetal
- Superficie antropizada: Tierra ocupada para urbanismo, infraestructuras, minas, etc.
- Superficie de bosque, océano u otros sumideros, destinada a absorber el CO<sub>2</sub> que produce la fabricación y obtención de toda clase de productos, materiales o servicios, incluida la destrucción o reciclaje de otros desechos.

Por tanto, se trata de un indicador que expresa el impacto de las actividades humanas en términos de necesidad real de superficie para que se puedan dar dichas actividades.

Las principales ventajas de la utilización de este indicador son:

- Unificación de los impactos: Agrupa en un sólo número los distintos impactos que una determinada comunidad humana ejerce sobre los ecosistemas, tanto por el consumo de recursos como por la generación de residuos.
- Visualización de la dependencia ecológica: Permite definir y visualizar la dependencia de las sociedades humanas respecto al funcionamiento de los ecosistemas del planeta a partir de superficies apropiadas para satisfacer un determinado nivel de consumo.
- Visualización de la inequidad social: Posibilita realizar el cálculo para diferentes comunidades humanas o sectores de una misma sociedad con estilos de vida diferenciados y la inequidad en la apropiación de los ecosistemas del planeta.
- Monitorización del consumo de recursos: Permite hacer un seguimiento del impacto de una comunidad humana a lo largo de los años.

### **3.2.- Huella ecológica del transporte. Diferencias modales.**

La huella ecológica de cada transporte dependerá de la cantidad de superficie necesaria para cada una de las variables antes descritas.

Dependiendo del tipo de transporte, tendremos una mayor o menor huella ecológica asociada a cada variable.

En su cálculo se deberán tener, al menos, en cuenta los siguientes parámetros asociados al transporte (obtenido a partir del “Cálculo de la huella ecológica corporativa”; Doménech, Jose Luis, en “Huella ecológica y desarrollo sostenible”, 2007):

- Consumo energético:
  - Electricidad: Instalaciones hidráulicas, térmicas, eólicas, fotovoltaicas, turbinas de gas, etc. que generen la electricidad utilizada en el uso de la infraestructura de transporte.
  - Combustibles: Carbón, biomasa, gasolina, gasoil, fuel, biodiesel, etc. que sean utilizados en el uso de la infraestructura de transporte.
  - Materiales: Materias primas, cemento, vidrio, cerámicos, derivados del plástico, vestuario textil, abonos, aceites, productos químicos, productos manufacturados, maquinaria industrial, aparatos eléctricos, vehículos

- automóviles, material para vías férreas, etc. asociados a la construcción de la infraestructura en sí misma o al uso de ella.
- Materiales de construcción: Energía, cemento, productos siderúrgicos, ligantes bituminosos, material cerámico y refractario, madera, cobre, etc. utilizados en la construcción de la infraestructura.
  - Servicios: Asesorías, teléfonos, correo, paquetería, servicios de mantenimiento, vigilancia, limpieza, etc. usados en el uso y mantenimiento de la infraestructura.
  - Desechos: Residuos sólidos, vertidos en efluentes y emisiones producidos en la construcción y uso de la infraestructura.
- Recursos forestales necesarios:
    - Productos básicos de madera
    - Mobiliario
    - Papel, cartón y sus manufacturas
    - Productos editoriales
    - Consumo de agua
  - Recursos agropecuarios y pesqueros necesarios:
    - Material textil natural
    - Vestuario
    - Alimentación y servicios de restaurante
  - Uso del suelo: pérdida de suelo agrícola o forestal destinada a ser ocupada por la infraestructura.

En el cálculo también se deberá de analizar la contra-huella, esto es, la superficie que disponga cada infraestructura de transporte de ecosistema productivo: zonas de cultivo, zonas de pastos, bosques o reservas marinas.

A continuación se va a llevar a cabo una aproximación a la estimación de una fracción de la huella ecológica del transporte, la directamente vinculada a ocupación permanente de terreno por las infraestructuras. Teniendo en cuenta que en otros capítulos se abordará la huella global o la vinculada estrictamente a las emisiones de gases de efecto invernadero, se ha querido abordar la fracción de la huella ecológica que supone una incidencia más directa sobre el medio natural, a través de la ocupación de terrenos.

### 3.2.1. Huella ecológica producida por ocupación de suelo de las infraestructuras de transporte. Caso práctico.

Objetivo: Evaluación de la huella ecológica generada por la pérdida de suelo destinada a la construcción de las infraestructuras de transporte en España. Se realizará una evaluación de la cantidad de suelo destinada a la red viaria de carreteras, ferrocarriles y aeropuertos.

Huella ecológica producida por la ocupación de suelo de las carreteras en España:



Metodología: La superficie total de suelo ocupado por la red viaria de carreteras se ha calculado a partir de datos proporcionados por el Ministerio de Fomento en su Anuario Estadístico del año 2008 (último anuario publicado). Dichos datos, de longitud de carreteras en España, se han multiplicado por su ancho de pavimento correspondiente. A esto, se le ha sumado la superficie destinada a intersecciones y arcenes.

Resultados: En la siguiente tabla se muestran los datos longitudinales de las carreteras españolas, tanto estatales como autonómicas, según anchura de pavimento.

TABLA 1. LONGITUD DE RED DE CARRETERAS ESPAÑOLAS SEGÚN ANCHO DE PAVIMENTO POR CCAA. AÑO 2008 (m).

|                      | Autopistas y Autovías | Doble Calzada  | >7m             | 5-7m            | <5m             | TOTAL            |
|----------------------|-----------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Estado               | 10126000              | 634000         | 12063000        | 2470000         | 97000           | 25390000         |
| Andalucía *          | 788000                | 112000         | 6952000         | 9265000         | 2959000         | 20076000         |
| Aragón               | 6000                  | 12000          | 2800000         | 3091000         | 3089000         | 8998000          |
| Asturias             | 66000                 | 4000           | 662000          | 2329000         | 1145000         | 4206000          |
| Baleares             | 94000                 | 90000          | 937000          | 776000          | 272000          | 2169000          |
| Canarias             | 217000                | 81000          | 1981000         | 1500000         | 687000          | 4466000          |
| Cantabria            | 0                     | 0              | 400000          | 1514000         | 70000           | 1984000          |
| Castilla La Mancha   | 131000                | 0              | 6174000         | 6785000         | 2453000         | 15543000         |
| Castilla León        | 277000                | 14000          | 7551000         | 11704000        | 7594000         | 27140000         |
| Cataluña             | 401000                | 57000          | 1295000         | 6214000         | 2135000         | 10102000         |
| Comunidad Valenciana | 172000                | 155000         | 2099000         | 3558000         | 676000          | 6660000          |
| Extremadura          | 75000                 | 35000          | 4286000         | 2056000         | 1010000         | 7462000          |
| Galicia              | 191000                | 13000          | 5281000         | 4224000         | 5578000         | 15287000         |
| Madrid               | 103000                | 197000         | 1415000         | 816000          | 79000           | 2610000          |
| Murcia               | 126000                | 97000          | 1403000         | 1243000         | 359000          | 3228000          |
| Navarra              | 306000                | 24000          | 1538000         | 1840000         | 208000          | 3916000          |
| País Vasco           | 427000                | 78000          | 1473000         | 1342000         | 800000          | 4120000          |
| Rioja                | 0                     | 3000           | 525000          | 501000          | 441000          | 1470000          |
| <b>TOTAL</b>         | <b>13506000</b>       | <b>1606000</b> | <b>58835000</b> | <b>61228000</b> | <b>29652000</b> | <b>164827000</b> |

(\*): Ceuta y Melilla se incluyen en Andalucía

Las anchuras medias de pavimento, intersecciones y arcenes se han obtenido de un estudio similar que fue realizado para la publicación “COST 341: La fragmentación de hábitats en relación con las infraestructuras de transporte en España” en el año 2003.

Así, considerando una anchura media de 27 m para autopistas y autovías, 20 m para vías de doble calzada, 10 m para vías de anchura mayor a 7,6 m para vías de entre 5 y 7 m y 4 m para vías menores a 5 m de ancho, el área total ocupada por el total de las carreteras españolas asciende a **0,15 millones de hectáreas**, que representa el **0,29%** del total de la superficie española (considerando una superficie para España de 504.750 km<sup>2</sup>, según MARM, 1999).

A este dato, habrá que sumarle la superficie ocupada, primero, por las intersecciones, y segundo, por arcenes y otros elementos estructurales.

Si se considera una intersección cada 7,5 km de vía y una ocupación total de 1 ha por intersección para el caso de autopistas, autovías y doble calzada, 0,37 ha para



vías mayores de 7 m de ancho, 0,22 ha para vías de entre 5 y 7 m y considerando insignificante la ocupación de suelo en vías menores, obtenemos los siguientes resultados:

*TABLA 2. LONGITUD TOTAL DE CARRETERAS E INTERSECCIONES SEGÚN ANCHO DE PAVIMENTO (m).AÑO 2008*

|                                | AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS | DOBLE CALZADA    | >7m                | 5-7m             |
|--------------------------------|-----------------------|------------------|--------------------|------------------|
| LONGITUD TOTAL                 | 13506000              | 1606000          | 58835000           | 61228000         |
| Nº INTERSECCIONES              | 1800,8                | 214,13333        | 7844,666667        | 8163,7333        |
| <b>SUP INTERSECCIONES (ha)</b> | <b>1800,8</b>         | <b>214,13333</b> | <b>2902,526667</b> | <b>1796,0213</b> |

En total, la superficie de intersecciones en carreteras españolas asciende a **6.713 ha**.

En cuanto a anchura de márgenes utilizados para elementos perimetrales (arcenes, desmontes, terraplenes, drenajes, etc.) se ha considerado una media de 13 m de anchura para vías de alta capacidad y anchuras de ocupación proporcionales para el resto: 9,6 m para vías de doble calzada, 4,8 m para vías mayores a 7 m y 2,9 para vías entre 5 y 7 m, con las que se obtienen los siguientes resultados:

*TABLA 3. LONGITUD DE CARRETERAS Y SUPERFICIE DE MÁRGENES SEGÚN ANCHO DE PAVIMENTO (m).AÑO 2008*

|                 | AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS | DOBLE CALZADA  | >7m            | 5-7m            |
|-----------------|-----------------------|----------------|----------------|-----------------|
| LONGITUD TOTAL  | 13506000              | 1606000        | 58835000       | 61228000        |
| <b>SUP (ha)</b> | <b>17557,8</b>        | <b>1541,76</b> | <b>28240,8</b> | <b>17756,12</b> |

En total, la superficie destinada a márgenes en la red viaria de carreteras en España asciende a **65.097 ha**.

Añadiendo la superficie destinada a las intersecciones y márgenes en las carreteras a las de ocupación por el pavimento, se obtiene que un total de **218.921 ha** están destinadas a la red viaria de carreteras, lo cual supone un **0,43%** del total de la superficie española.

En estudios semejantes realizados anteriormente, sin embargo, el total de superficie obtenida resultó mayor. Por ejemplo, en el estudio realizado en la publicación "COST 341: La fragmentación del hábitat en relación con las infraestructuras de transporte en España", se obtuvo un **1,28%** de la superficie española ocupada por la red viaria de carreteras a pesar de utilizar cifras similares de ancho de pavimento, intersecciones y márgenes. Esto se debe a que también se incluyeron en el estudio aquellas carreteras administradas a través de municipios y otras entidades locales (tanto convencionales interurbanas, vecinales e incluso carreteras sin pavimentar).

Otro estudio a mencionar es el que fue realizado para el CONAMA 9, de título "La huella ecológica del transporte en las carreteras españolas". El resultado de ocupación por carreteras, en este caso, fue del **0,9%** de superficie de España. A

pesar de que no se utilizaron datos de carreteras gestionados por municipios y otras entidades, el resultado total es mayor al obtenido en este estudio debido a que se consideraron anchuras mayores de ocupación de suelo para las carreteras, en función de la legislación nacional y autonómica de servidumbres en carreteras.

Huella ecológica producida por la ocupación de suelo de vías ferroviarias en España:

Metodología: Similar al realizado para el apartado anterior. Se han analizado datos relacionados con la longitud de vías ferroviarias en el territorio español del Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento del año 2008. Los datos están divididos por comunidades autónomas y por el organismo gestor de la infraestructura, esto es, ADIF (Administrador de Infraestructuras Ferroviarias), FEVE (Ferrocarriles de Vía Estrecha) y compañías de comunidades autónomas y particulares (FGC, Euskotren, FGV, SFM, líneas particulares, tranvías de titularidad municipal, etc.).

Los anchos de vía de tren varían desde el Ancho Ibérico, de 1.668 mm, y el Ancho Único Internacional, de 1.435 mm, utilizados por ADIF para su red de líneas convencionales y red de alta velocidad, respectivamente, al Ancho Métrico de 1.000mm utilizado en la red vía estrecha (FEVE). Para las vías gestionadas por CCAA y particulares también se ha considerado un ancho de vía similar al anterior.

Para calcular la superficie total de ocupación se han utilizado datos proporcionados por RENFE de índices de ocupación (m<sup>2</sup>/ml) para la red gestionada por ADIF, de anchos ibérico e internacional. Para el resto de gestoras, se ha calculado el índice de ocupación proporcional a este, según su ancho de vía.

Al resultado obtenido de superficie total de vías ferroviarias se ha sumado aquella superficie ocupada por los márgenes a cada lado.

Resultados: La siguiente tabla muestra los datos de longitudes de vías que han sido analizados.

*TABLA 4. LONGITUD DE CARRETERAS Y SUPERFICIE DE MÁRGENES SEGÚN ANCHO DE PAVIMENTO (km).AÑO 2008*

|                      | ADIF             |          |               |          | FEVE             |        |               |        | COMPAÑÍAS CCAA Y PARTICULARES |        |               |        |
|----------------------|------------------|----------|---------------|----------|------------------|--------|---------------|--------|-------------------------------|--------|---------------|--------|
|                      | SIN ELECTRIFICAR |          | ELECTRIFICADA |          | SIN ELECTRIFICAR |        | ELECTRIFICADA |        | SIN ELECTRIFICAR              |        | ELECTRIFICADA |        |
|                      | DV               | VU       | DV            | VU       | DV               | VU     | DV            | VU     | DV                            | VU     | DV            | VU     |
| ANDALUCÍA            | 0,00             | 1.071,30 | 518,30        | 816      | --               | --     | --            | --     | --                            | --     | --            | --     |
| ARAGÓN               | 0,00             | 416,7    | 444,30        | 464,9    | --               | --     | --            | --     | --                            | --     | --            | --     |
| ASTURIAS             | 0,00             | 7,2      | 68,90         | 132,6    | 0                | 263,08 | 58,89         | 182,59 | --                            | --     | --            | --     |
| BALEARS              | --               | --       | --            | --       | --               | --     | --            | --     | 8                             | 49     | 8,5           | 41,32  |
| CANARIAS             | --               | --       | --            | --       | --               | --     | --            | --     | --                            | --     | --            | --     |
| CANTABRIA            | 0,00             | 6,9      | 0,00          | 115      | 0                | 123,4  | 65,39         | 39,76  | --                            | --     | --            | --     |
| CASTILLA-LA MANCHA   | 0,00             | 610      | 867,50        | 132,6    | --               | --     | --            | --     | --                            | --     | --            | --     |
| CASTILLA LEÓN        | 0,00             | 942,4    | 724,40        | 406,3    | 0                | 274,38 | 0             | 0      | 0                             | 51,2   | --            | --     |
| CATALUÑA             | 0,00             | 93,7     | 778,70        | 670,9    | --               | --     | --            | --     | 0                             | 131    | 84            | 77     |
| COMUNIDAD VALENCIANA | 5,20             | 337,6    | 297,20        | 138,5    | --               | --     | --            | --     | 0                             | 51     | 84,7          | 109    |
| EXTREMADURA          | 0,00             | 729,5    | 0,00          | 0        | --               | --     | --            | --     | --                            | --     | --            | --     |
| GALICIA              | 68,10            | 593,9    | 4,10          | 268,7    | 0                | 154    | 0             | 0      | --                            | --     | --            | --     |
| MADRID               | 2,60             | 89       | 536,90        | 72,6     | --               | --     | --            | --     | --                            | --     | --            | --     |
| MURCIA               | 15,90            | 243,6    | 0,00          | 0        | 0                | 19,48  | 0             | 0      | --                            | --     | --            | --     |
| NAVARRA              | 0,00             | 28,6     | 56,10         | 162,1    | --               | --     | --            | --     | --                            | --     | --            | --     |
| PAÍS VASCO           | 0,00             | 0        | 217,70        | 86,8     | 0                | 42,7   | 25,21         | 19,75  | 0                             | 4,51   | 77,16         | 151,49 |
| RIOJA                | 0,00             | 0        | 0,00          | 110,2    | --               | --     | --            | --     | --                            | --     | --            | --     |
| TOTAL                | 91,80            | 5.170,40 | 4.514,10      | 3.577,20 | 0                | 877,04 | 149,49        | 242,1  | 8                             | 286,71 | 254,35        | 378,81 |

D.V: Doble vía      V.U.: Única vía

Tomando como índices de ocupación de suelo 5,6 m<sup>2</sup>/ml para vía única y 11,2 m<sup>2</sup>/ml para vía doble en el caso de ADIF (datos proporcionados por RENFE en 1998), y tomando como índices de ocupación proporcionales correspondientes para vías estrechas de FEVE, de CCAA y de particulares, 6,71 m<sup>2</sup>/m para doble vía y 3,36 m<sup>2</sup>/m para única vía, obtenemos un resultado de ocupación total de suelo de **10.938 ha** de superficie en España.

Aparentemente, esta cifra subestima la superficie real afectada, ya que el índice no parece contemplar los márgenes de cada lado de la vía.

Si se considera un ancho para los márgenes, similar al del caso del estudio de carreteras, que variará en función del tipo de vía de trenes (10 m para ancho ibérico e internacional de vía doble, 5 para ancho ibérico e internacional de vía única, 8 m para vía estrecha de vía doble, y 4 para vía estrecha de vía única), se obtiene un total de **9.862 ha** de ocupación de suelo destinado a arceles, márgenes y otros elementos funcionales.

Así, en total la cifra de superficie española destinada a vías de ferrocarril y otros elementos funcionales del mismo asciende a **20.800 ha**.

Evidentemente, la superficie de suelo empleada para infraestructuras ferroviarias es mucho menor a la empleada para carreteras, en España, ya que, a su vez, el tráfico de carreteras es inmensamente mayor al ferroviario. El Ministerio de Fomento estima que en 2008 hubo 251.749 millones de vehículos-km en las carreteras españolas. Por el contrario, hubo 23.969 millones de viajeros-km de tren.

Huella ecológica producida por la ocupación de suelo de infraestructuras aeroportuarias en España:

Metodología: Se realiza un análisis de la superficie ocupada por aquellos aeropuertos comerciales que se encuentran operando en España a fecha de 2008, según datos obtenidos del Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento.

La superficie utilizada para el estudio ha sido la registrada en el Plan Director de cada aeropuerto. Dicha superficie incluye toda la zona de servicio del aeropuerto, incluyendo subsistema de movimiento de aeronaves, subsistema de actividades aeroportuarias y zona de reserva aeroportuaria.

En el caso de los aeródromos que no tienen Plan Director sino Estudios de Planeamiento por ser Bases Aéreas, se han utilizado los datos de superficie correspondientes a la Dirección General del Catastro del Ministerio de Economía y Hacienda.

Resultados: La siguiente tabla muestra los datos de superficies (ha) de los aeropuertos comerciales españoles.

(Se muestra en la página siguiente)

*TABLA 5. SUPERFICIE OCUPADA POR LAS INFRAESTRUCTURAS AEROPORTUARIAS EN ESPAÑA. AÑO 2008*

| <b>AEROPUERTO</b>       | <b>SUPERFICIE (ha)</b> |
|-------------------------|------------------------|
| Madrid-Barajas          | 3944,00                |
| Barcelona               | 1533,54                |
| Palma de Mallorca       | 767,38                 |
| Son Bonet               | 103,14                 |
| Gran Canaria            | 660,38                 |
| Málaga                  | 574,72                 |
| Tenerife-Sur            | 1117,20                |
| Alicante                | 322,40                 |
| Ibiza                   | 272,80                 |
| Sevilla                 | 535,50                 |
| Lanzarote               | 245,35                 |
| Valencia                | 495,00                 |
| Almería                 | 268,91                 |
| Menorca                 | 308,50                 |
| Bilbao                  | 402,93                 |
| Granada                 | 191,00                 |
| Tenerife-Norte          | 198,47                 |
| Fuerteventura           | 335,60                 |
| Santiago                | 339,76                 |
| La Palma                | 105,51                 |
| Girona                  | 214,85                 |
| Melilla                 | 48,80                  |
| Zaragoza                | 120,54                 |
| Jerez de la Frontera    | 470,30                 |
| Asturias                | 186,08                 |
| Vigo                    | 185,68                 |
| Reus                    | 321,43                 |
| Santander               | 192,06                 |
| San Sebastián           | 37,38                  |
| Vitoria                 | 390,00                 |
| Pamplona                | 159,02                 |
| Murcia                  | 326,70                 |
| Hierro                  | 36,00                  |
| Valladolid              | 137,00                 |
| A Coruña                | 120,26                 |
| Sabadell                | 76,83                  |
| Córdoba                 | 40,85                  |
| Badajoz                 | 11,88                  |
| Salamanca               | 463,34                 |
| Cuatro Vientos          | 140,82                 |
| León                    | 84,90                  |
| La Gomera               | 88,90                  |
| Logroño                 | 259,20                 |
| Torrejón                | 127,64                 |
| Ciudad Real             | 1234,45                |
| <b>TOTAL SUPERFICIE</b> | <b>18.197,00</b>       |

Así el total de superficie española dedicada a infraestructuras aeroportuarias es de 18.197 ha.

Si se compara esta cifra con la de superficie ocupada por vías ferroviarias se observa que es muy similar, y mucho menor a la superficie ocupada por carreteras. Debe matizarse, en este caso de los aeropuertos, que la superficie considerada no está transformada u ocupada en su totalidad por edificios, hormigonado o asfalto en, ya que buen parte de las franjas y, en general del conjunto de los campos de vuelo, mantiene una capa de vegetación herbácea.

En total, la superficie ocupada por infraestructuras de transporte en España (considerando, red de carreteras, red ferroviaria e infraestructuras aeroportuarias) es de **257918 ha**, lo que supone un **0,51%** de la superficie total estatal.

Sin embargo, al margen de la consideración global, el grado de afección o de impacto que producen dichas infraestructuras en el territorio no es igual en unas zonas que en otras. Cuanto más valiosos sean los hábitats próximos a la infraestructura podremos hablar de una mayor pérdida de valor del mismo, entendiendo por más valiosos aquéllos que por su escasez, biodiversidad o representatividad, puedan representar una mayor pérdida de capital natural crítico.

Así, la intención del siguiente punto a tratar es analizar la afección de las infraestructuras sobre los espacios protegidos. Se trata de una aproximación realizada en el marco del proyecto SISTIA, en el que se realizó un análisis de la interacción entre carreteras y espacios vinculados a la Red Natura 2000.

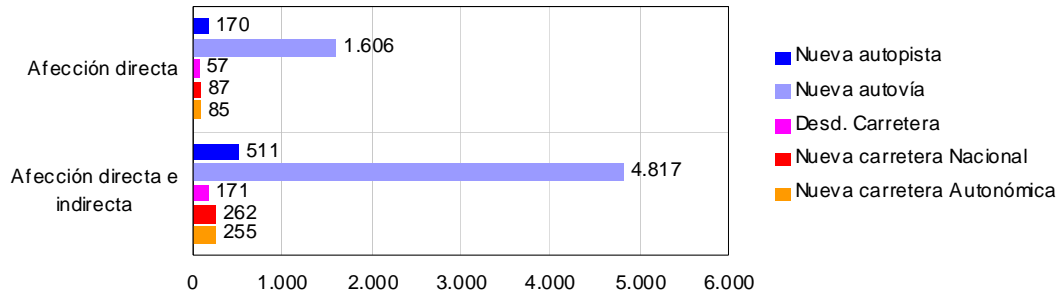
### 3.2.2. Huella ecológica por ocupación de suelo en espacios protegidos: La afección de las carreteras sobre la Red Natura 2000 en España.

Para conocer con una cierta realidad los efectos de la ocupación del suelo sobre el territorio y su biodiversidad, conviene tener en mente unas cifras que sitúan el impacto en su verdadera dimensión. Esto es, la ocupación de suelo en España se distribuye en un 50% de superficie agrícola, un 47,17% de zonas forestales con vegetación natural y espacios abiertos, un 2,1% de superficie artificial y un 0,9% de zonas húmedas y superficies de agua. Durante el periodo 1987-2000, el cambio más acusado del suelo fue el aumento del 29,5% de las superficies artificiales (casi un tercio de lo que se transformó en los siglos anteriores). Dentro de éstas, la ocupación del territorio por autopistas, autovías y terrenos asociados ha experimentado un crecimiento del 149% entre 1987 y 2000, pasando de 36.749,1 ha en 1987 a 91.426,8 ha en 2000.

Este incremento de la red viaria es objeto de preocupación en las políticas europeas, ya que la política común de transportes promueve el uso óptimo de las infraestructuras existentes antes de crear unas nuevas, en parte para minimizar la ocupación de suelo (Comisión Europea, 2001), y de las políticas nacionales ya que el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT) y su memoria ambiental señalan el propósito de llevar a cabo su sistema de seguimiento incorporando aspectos como la fragmentación y ocupación del territorio.

Dentro de los últimos datos disponibles (SISTIA, 2009) la afección directa e indirecta de las actuaciones viarias que han entrado en servicio entre 2003-2005, se concreta en el siguiente cuadro:

**Incremento de afecciones (ha) por actuaciones viarias en 2004 y 2005**



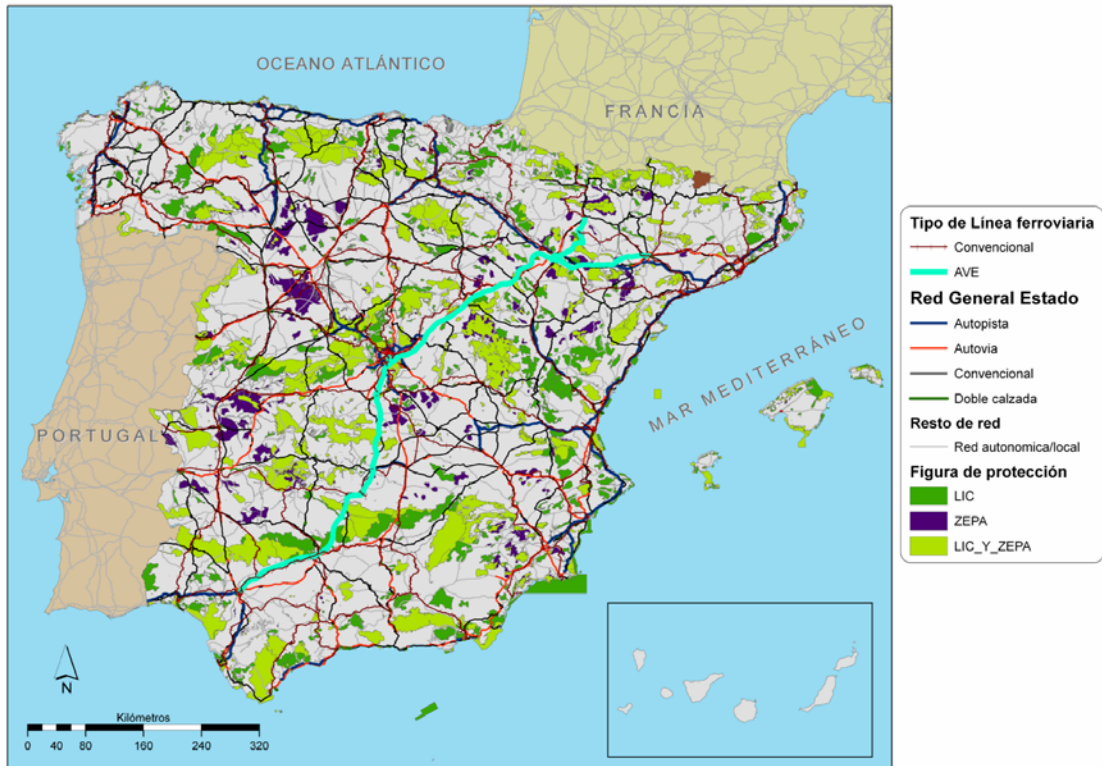
**Figura 1: Afecciones (ha) por actuaciones viarias**

Esta extensión de las redes de transporte así como el aumento de la accesibilidad al entorno natural, tienen un impacto directo sobre el grado de ocupación y de fragmentación de los espacios naturales. Los valores medios nacionales publicados por la Agencia Europea de Medio Ambiente, otorgan unos niveles de ocupación medios respecto de otros países, pero no detectan la importante variación relativa que se está produciendo año a año en España.

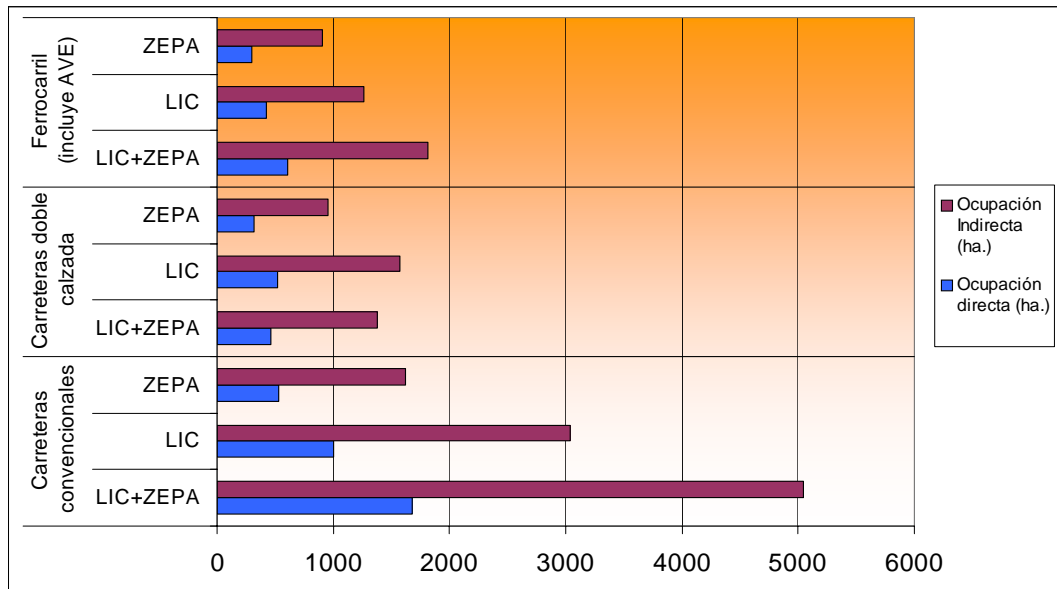
La ocupación del territorio por las infraestructuras cobra más importancia cuando afecta a espacios naturales protegidos catalogados dentro de la Red Natura 2000. Las cifras que se manejaban a octubre de 2005 eran de 18.204 ha, de las que 6.029 corresponden a ocupación directa y el resto a afección indirecta. Por su abundancia relativa son las carreteras convencionales las que mayor ocupación infligen a la Red Natura 2000.

Debido al problema específico de fragmentación de hábitats que producen estas infraestructuras de transporte sobre la Red Natura 2000, resulta de especial interés su planificación. Los mapas/gráficos siguientes reflejan la ocupación y fragmentación por infraestructuras lineales, aunque sin dar con exactitud la situación real por considerar sólo infraestructuras competencia del Ministerio de Fomento.





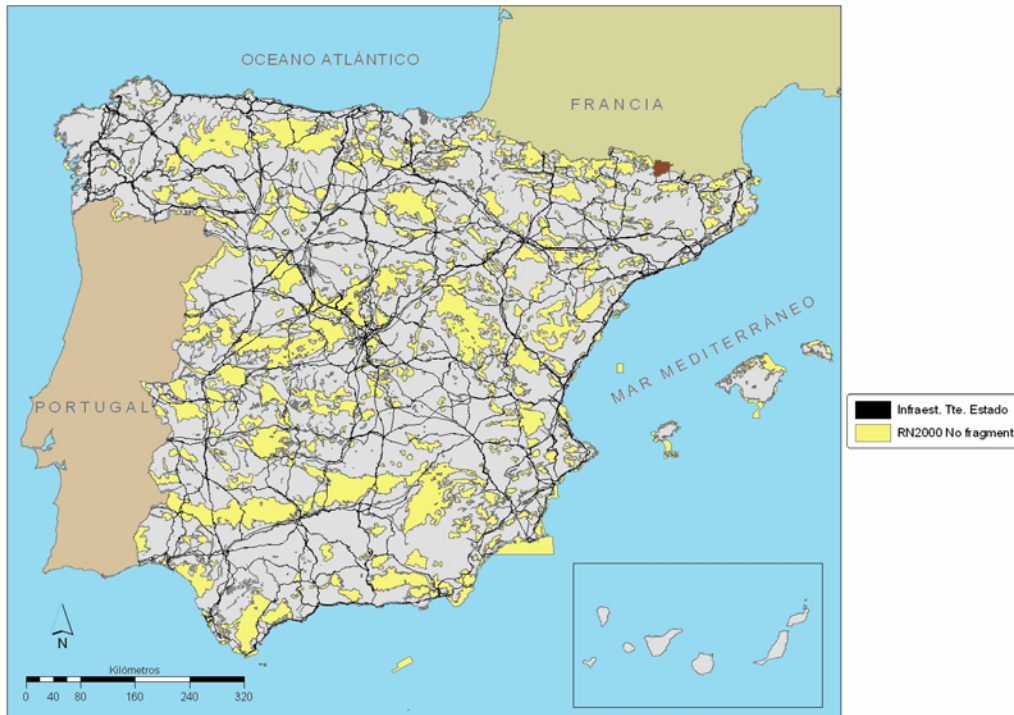
**Mapa 1. Ocupación de la Red Natura 2000 por infraestructuras lineales del transport**



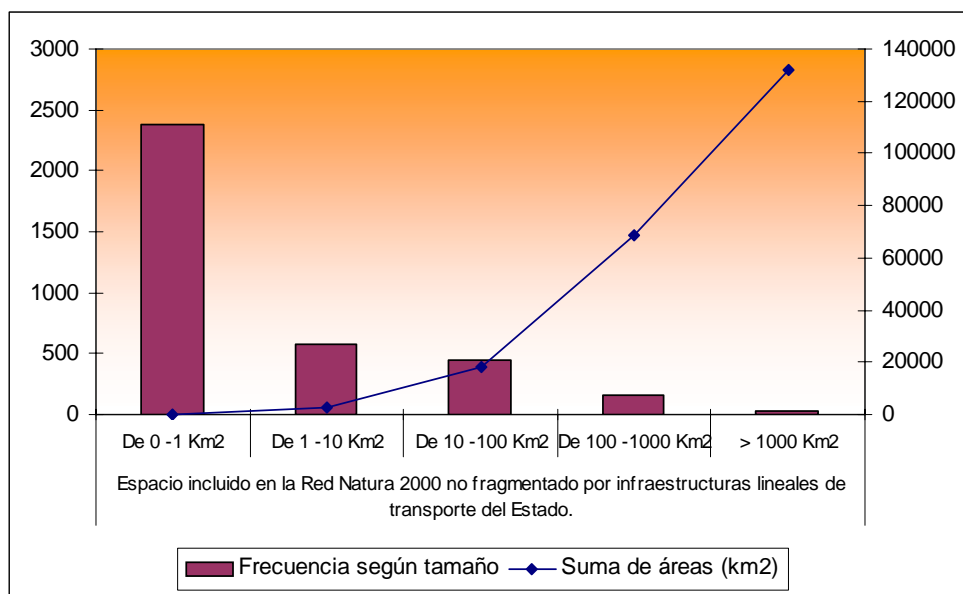
**Figura 2: Ocupación directa e indirecta en la Red Natura 2000 según infraestructura**

Una vez analizados los datos anteriores, hay que reconocer la gran extensión de espacios naturales protegidos en nuestro país, a los que una continuada extensión de su ocupación y/o fragmentación por infraestructuras, puede ocasionar pérdidas importantes de biodiversidad. Parece natural pensar en la puesta en marcha de

todos los mecanismos capaces de preservar o reducir sus efectos. Es imprescindible por un lado, el desarrollo de los sistemas de evaluación en los procesos de toma de decisiones de los proyectos, además de soluciones técnicas que disminuyan los impactos de las infraestructuras.



**Mapa 2: Fragmentación de la Red Natura 2000 por infraestructuras lineales del transporte**



**Figura 2: Área de la Red Natura 2000 no fragmentada por infraestructuras lineales del transporte del Estado**

### **3.3.- Limitaciones del uso de huella ecológica como indicador único. Propuesta de indicadores complementarios.**

#### 3.3.1. Cálculo de externalidades negativas del transporte (efectos no deseados y consumo de recursos). Coste económico de la movilidad. Externalidades vinculadas a incidencia sobre poblaciones y calidad de vida.

La huella ecológica es un indicador fundamental, pero fue diseñado para medir un aspecto específico de la sostenibilidad, la vinculada a la demanda humana de recursos renovables para producción y consumo, frente a la disponibilidad de recursos de biocapacidad o capacidad productiva biológica.

Como inconvenientes de este indicador se pueden destacar los siguientes:

- Los resultados suelen estar subestimados, ya que no todos los bienes de consumo pueden ser computados por falta de datos
- A parte del CO<sub>2</sub> se producen compuestos difícilmente computables como hectáreas de terreno (residuos tóxicos, químicos, radioactivos, etc.)
- En muchas ocasiones se considera que todo el consumo corresponde a combustibles fósiles. No se consideran otras formas de consumo de energía.
- Hasta ahora los estudios no han tenido en cuenta las diferentes formas agrícolas productivas. Evidentemente no debería computar por igual una técnica intensiva que una explotación tradicional extensiva y respetuosa con el medio ambiente.

Por tanto, al no ser este indicador una herramienta perfecta para la diagnosis de los efectos de las infraestructuras sobre la naturaleza y biodiversidad, se pasa a evaluar otros indicadores, en este caso económicos, y complementarios del anterior, que permitirán entender y analizar la problemática desde un punto de vista global.

Una aproximación ya tradicional a las incidencias negativas de una actividad económica sobre el medio ambiente, desde la perspectiva de la Economía Ambiental y la Economía de los recursos Naturales es el cálculo de los costes de externalidad de una actividad económica, ya sea industrial en el sentido convencional o en el de una industria global como el conjunto de los medios de transporte. Se puede aplicar tanto a un sector en su conjunto, como a una determinada infraestructura, incluyendo las incidencia de la misma en fase funcionamiento. Se trataría de una aproximación complementaria a la ofrecida por otros indicadores ambientales que se puedan usar tanto para la Evaluación Estratégica de Impacto de la Infraestructura, como indicadores de sostenibilidad del funcionamiento.

Existen múltiples metodologías, aunque se trata de un área en desarrollo, pero en cualquier caso, se pueden establecer aproximaciones a dichos costes en términos económicos. Para ello, se debe disponer de una valoración adecuada de la degradación de los bienes que se consideren. Por ejemplo, para establecer la externalidad negativa (su coste expresado en términos monetarios) de la degradación de la biodiversidad en un área, o de la eliminación de un ecosistema, se debe proceder a una valoración aceptada del mismo. También se pueden evaluar en esos términos la incidencia sobre una población, ya sea en términos de ruido, o de incidencias negativas para la salud. Existen valoraciones globales de los costes que suponen a las pérdidas de biodiversidad en un país o región determinada, y en este sentido se está poniendo en marcha una agenda internacional relacionada con la valoración económica de los ecosistemas.

Con referencia al factor biodiversidad, en términos agregados y globales, la Unión Europea considera que la degradación y/o destrucción a nivel global de la biodiversidad es responsable de una pérdida de PIB de más del 7%. También en cálculos realizados para países no desarrollados está considerando este aspecto, y se afirma que el coste ambiental podría prácticamente eliminar el crecimiento real de PIB en algunos casos.

Considerando no sólo el factor biodiversidad, sino el conjunto de los factores, en la Unión Europea, la valoración de externalidades negativas más completa y aceptada es la desarrollada por el proyecto INFRAS, institución suiza, apoyados por la Universidad de Karlsruhe, que vienen desarrollando diversos estudios desde el año 2000. En este estudio, se hacía un desglose de estos costes basándose en la siguiente división:

- Accidentes
- Ruido
- Contaminación atmosférica (daños materiales, daños a la salud humana, y daños a la biosfera)
- Riesgos de cambio climático
- Costes para la naturaleza y el paisaje
- Costes adicionales en áreas urbanas
- Procesos aguas arriba y aguas abajo
- Congestión.

Es decir, tal como se había anticipado, habrá costes vinculados a la incidencia sobre el medio humano, la salud y el bienestar de la población, y otros de carácter medioambiental más global.

Las externalidades medioambientales asociadas al transporte en el ámbito europeo tienen gran importancia en términos del PIB, al pasar del 4,60% en 1990 (INFRAS/IWW, 1995) al 8% en el año 2000 (INFRAS/IWW, 2004). En trabajos de la OCDE para Europa central y oriental, se han estimado dichos costes en el 14% del PIB (OCDE, 2003). Entre las diferentes fuentes de generación de

externalidades medioambientales negativas destaca el transporte por carretera, que es responsable del 90% de los costes externos del transporte (Betancor y Nombela, 2003).

Dependiendo del tipo de externalidades y de la información o presupuesto disponible para su cuantificación, se emplearán métodos indirectos o métodos directos. Los primeros tratan de establecer una relación causa-efecto, por ejemplo valorar el ruido, por el coste de evitarlo: pantallas de protección acústica. Los métodos directos se basan en las elecciones de los usuarios. Los precios hedónicos, arrojan diferencias de precio para un mismo bien según las condiciones ambientales: dos casas del mismo tipo pueden tener un precio diferente según su proximidad a una vía ruidosa. Otras veces hay que recurrir a la valoración contingente, o disposición a pagar/aceptar un pago compensatorio, para mejorar las condiciones ambientales de un bien. En esta valoración también se emplean frecuentemente encuestas de preferencias declaradas. Además, el ámbito del impacto es muy variado; el ruido, por ejemplo, sólo afecta a un reducido entorno geográfico próximo a la vía de transporte, mientras que las emisiones de CO<sub>2</sub> afectan al conjunto del planeta, y no sólo a esta generación, sino también a las futuras.

Las cifras siguientes presentan los resultados de los costes externos totales y medios para el año 2000. Los costes externos totales (excluidos los costes de congestión, y en el escenario superior de cambio climático) se elevan a 650.275 millones de euros en 2000, lo que representa el 7,3% del PIB total del conjunto de países de la UE 17.

El cambio climático es el componente de coste más importante, con un 30% del coste total, si se utilizan precios sombra altos. La contaminación atmosférica y los costes por accidentes suponen el 27% y el 24% respectivamente. Los costes del ruido y de los procesos aguas arriba y aguas abajo son, cada uno, el 7% de los costes totales. Los **costes de los efectos sobre la naturaleza y el paisaje**, y de los efectos urbanos adicionales son de menor importancia (ambos suman un 5%).

El modo más impactante es el transporte por carretera, que origina el 83,7% del coste total, seguido por el transporte aéreo que causa el 14% de los costes externos totales. Los costes totales relativos a ferrocarriles (1,9%) y a las vías navegables (0,4%) son de escasa importancia. Dos tercios de los costes están causados por el transporte de viajeros y un tercio se atribuye al de mercancías.

Recalcando lo que se ha expuesto al principio, hay un consenso generalizado en la necesidad de considerar los costes, su medida no es sencilla, pues requiere de metodologías específicas y técnicas de medición basadas en la valoración económica de las externalidades. Estas valoraciones se harán a través de la medición del valor económico asignado en función de la utilidad de dicho bien, pero estas utilidades son bienes de difícil valoración (por ejemplo, el aire limpio, o la ausencia de ruido) porque no tienen precio de mercado, como se ha

denominado tradicionalmente, se trata de la “Tragedia de los Bienes Comunes” por lo cual las metodologías son variadas, y los resultados de esa valoración también.

En el caso anterior, por ejemplo, la valoración de los costes de externalidad del cambio climático puede variar en función de los precios sombra, o bien a los precios de mercado asignados a la emisión del CO<sub>2</sub> y esos precios variarán en función del método de cálculo. Por otra parte, en el marco del actual sistema de comercio de emisiones, se podría llegar a otra valoración, que sería también oscilante en función de diversos factores políticos y especulativos, en función de la necesidad de compra de derechos.

### 3.3.3. Externalidades vinculadas a impacto sobre el medio natural

En el estudio INFRAS ya citado, los costes de externalidad asignados a las pérdidas del medio natural y paisaje, en los que estarían también incluidos los vinculados a biodiversidad, se pueden considerar bastante bajos, en comparación con otros factores, debido a la forma en la que se llevaron a cabo, es decir, las metodologías concretas; y por otra parte, a la no consideración de algunos valores intrínsecos de la biodiversidad.

En este estudio, la aproximación al valor de los costes ambientales del medio natural se realizó valorando exclusivamente el hecho de que las infraestructuras ocupan, bloquean un determinado terreno, que de esta forma queda inutilizado para otros usos. Ellos consideraron que se podía establecer un coste de desmantelamiento de infraestructura y de reconstrucción o vuelta al estado inicial no completa, es decir, de eliminación de infraestructura y materiales sin restauración ecológica completa de ecosistemas. Se utilizó un estudio alemán de 1998 que establecía este valor en 50 marcos de 1995 por m<sup>2</sup> de terreno. El valor total de 90 marcos alemanes de 1995, se dividía entre los 50 años que van de 1950 hasta el año 2000, ya que se había establecido un año inicial para el momento en el que se empezaron a usar de forma sistemática las infraestructuras, y a crearse de forma ya sistemática la red actual. A este valor se añadía otro de 20 marcos/m<sup>2</sup> para llevara a cabo la restauración completa de un ecosistema tipo, tal como se realizan realmente los proyectos de restauración ecológica y paisajística asociados la mitigación de impactos ambientales.

Finalmente, se ha producido más recientemente una aportación a este tipo de valoraciones, dentro del estudio realizado por la consultora DELFT, en el que se detallan, siguiendo la metodología empleada en INFRAS, los valores, en función del tipo de ecosistema. Esto supone una mejora, ya que supondría un avance a la hora de establecer valoraciones de externalidad en las que se considerase el valor de conservación o las diferencias de valor como sustento de biodiversidad.



Los valores, establecidos en términos de costes de compensación, en €/m<sup>2</sup>y año, se calcularon a partir de un estudio realizado en Suiza, y se expresaban con un valor máximo, un mínimo y un medio, para cada tipo de ecosistema. Los valores máximos se obtuvieron para zonas de vegetación lacustre o ribereña, así como a turberas, con cifras máximas de hasta 4 €/m<sup>2</sup>y año. Las turberas tuvieron un valor de 2,6 €/m<sup>2</sup>y año. Los setos, más valorados que los bosques, tenían un valor de 1,6 €/m<sup>2</sup>y año. Cabe comentar que aplicando estos valores, y otros valores medios para cultivos o pastizales, al conjunto de las zonas ocupadas en cualquier país europeo, la proporción sobre el total de las externalidades seguiría siendo bajo, debido a que existen métodos de mayor entidad legal y económica que permiten valorar los costes de los accidentes, en términos de pago de seguros de vida, mientras que no existen mecanismos de recaudación y pago sobre la externalidades vinculadas al capital natural.

En resumen, cabe establecer las siguientes consideraciones:

- En las valoraciones de externalidad aludidas no se ha valorado la incidencia que tiene el cambio climático sobre la biodiversidad, sino que se valoran en términos de incidencia sobre la población, la agricultura o la gestión. Sólo se consideran en el capítulo de acción sobre naturaleza y paisaje.
- El uso de valores medios no permite identificar la importancia que pueden tener ciertos espacios singulares.
- Las valoraciones globales sobre externalidad realizadas en Europa, reflejan sobre todo, las incidencias negativas sobre la calidad de vida, la salud humana o el riesgo de accidente, pero no se cuenta con aproximaciones de suficiente entidad a la pérdida de servicios de ecosistemas, o a las afecciones a capital natural crítico.
- Hasta ahora no existen mecanismos suficientemente fuertes que obliguen a revisar la consideración

Estas valoraciones se deben cotejar con otras relacionadas con aproximaciones a la valoración económica de la biodiversidad o de una superficie tipo perteneciente a una determinada categoría por su calidad ambiental o valor de conservación.

La conclusión parcial de las ideas expuestas es que la huella ecológica es una buena aproximación a la estimación del consumo y el impacto generado por una actividad, pero que debe complementarse con otros indicadores para conseguir ser efectiva a la hora de evaluar de manera concreta ciertas incidencias o externalidades. Hay una correlación clara entre destrucción de áreas naturales, disminución de la biocapacidad y ocupación de suelo, y pérdida de biodiversidad, pero no están claros todos los mecanismos de actuación especialmente en el caso de los de carácter más indirecto.

#### 3.3.4. Empleo de índices como Land and Ecosystems Accounts (LEAC)



Como complemento a las evaluaciones de huella ecológica, se hace necesario complementar estas evaluaciones mediante el empleo de otros indicadores. En este sentido, cabe resaltar el avance que se está produciendo en el terreno de las contabilidades nacionales verdes, así todo lo relacionado con detracer del cálculo del P.I.B las pérdidas o costes de degradación ambiental.

Desde el punto de vista de la contabilidad de ecosistemas, existen diversos proyectos a escala de la Unión Europea, así como a nivel nacional, que permiten balancear o conocer la evolución de estos factores. Existe una metodología oficial vinculada a la Agencia Europea de Medio Ambiente, que permite conocer las variaciones en los usos de suelo, estableciendo una metodología para clasificar estos usos en una serie de unidades, cuyos flujos de cambio y conversión se reflejan en matrices de transformación de usos de suelo. La contabilización de estos cambios permite llevar a cabo valoraciones complementarias a las emanadas de la contabilidad estrictamente económica (P.I.B) y ofrecer información ambientalmente relevante que complete la aportada por indicadores como la huella ecológica. Al margen de la contabilidad de superficies vinculadas usos, el objetivo final pasa por evaluar cambios en la salud y funcionalidad de los ecosistemas, de forma que se pueda alcanzar una aproximación al conocimiento de la resiliencia de global los mismos.

#### **4.- Mejora y conservación de ecosistemas como ámbito donde desarrollar la compensación. Bancos de tierra y bancos de biodiversidad. Medidas compensatorias de proyectos de transporte.**

En la parte anterior se ha abordado el estado en que se encuentran las ideas y aproximaciones mediante las que se pretende evaluar en diversos términos la incidencia y los costes de la externalidad del transporte sobre su entorno. A pesar de que existen múltiples aproximaciones, no es fácil disponer de una métrica común, al igual que no es posible disponer de una escala unificada para las mediciones de los impactos ambientales. Considerando lo expuesto en toda una serie de informes, tanto a escala mundial, propiciados por organizaciones científicas, como a escala de la Unión Europea, así como por diversos estados, se puede establecer que el conjunto de las acciones de los diversos sectores económicos está generando tendencias claramente insostenibles en relación con el Capital Natural Crítico, expresado este como el del mantenimiento las funciones de los ecosistemas, así como de los diversos componentes o vectores que componen la biodiversidad biológica. Al margen de la imposibilidad de cuantificar de forma estricta esas incidencias y también de establecer todas las rutas posibles de los efectos ambientales, resulta claro cuáles son los impactos principales que se están generando, y en especial qué acciones resultan más críticas.

El transporte no es el único responsable de estos efectos críticos, pero como un componente más de los sistemas económicos, puede estar sujeto, o estarlo incluso en mayor medida en el futuro, a prescripciones vinculadas con la mitigación o compensación de las externalidades negativas, sobre todo de aquéllas vinculadas con el capital natural. Actualmente, la fase más habitual es la de puesta en marcha de la infraestructura, pero en un futuro podría llegar a tener un alcance superior, tanto por la cuantía como por la secuencia en el tiempo, es decir, que para diversas industrias o sectores, se podrían establecer mecanismos de compensación que se extenderían a lo largo de la fase de operación de un proyecto, y de todo el ciclo de vida de sus productos o elementos asociados.

- Medias compensatorias en Europa, en el marco de la Directiva de Hábitats

Dentro de las fases de Evaluación Estratégica de Planes y Programas y de la Evaluación de Impacto Ambiental de todo tipo de proyectos, principalmente de infraestructuras, uno de los factores de máxima importancia es el de la consideración de minimizar la incidencia sobre aquellos ecosistemas a los que se considera de un mayor valor para su conservación. En particular, y dentro del contexto europeo, resulta especialmente relevante toda afección a la Red Natura 2000, tal y como se ha descrito en capítulos anteriores, y en este sentido se ha desarrollado una metodología clara a la hora de detectar la necesidad de medidas compensatorias, así como de diseñar todo tipo de proyectos que resulten operativos a la hora de aportar o restaurar hábitats naturales, que mantengan el estado global de conservación en una situación idónea. En una reunión celebrada en mayo de 2009, Marta Kacynska de la Comisión Europea exponía al abordar el tema "Impacto del transporte sobre la biodiversidad, y legislación de protección de la naturaleza" la preocupación de la Comisión en relación con aspectos como los siguientes: el 38% de las especies de aves, y el 45% de las de mariposas en la Unión Europea están amenazadas, destacando además que la mayor parte de las infracciones ambientales detectadas por la Comisión Europea estaban vinculadas con la Directiva Hábitats y la de Aves.

Así, tal y como establece la Directiva 2001/42/CE, de Evaluación Ambiental de Planes y Programas, se deberá evaluar el impacto de las actividades y los proyectos que puedan alterar o dañar los hábitats o las especies de los lugares de Natura 2000:

"Cualquier plan o proyecto que, sin tener relación directa con la gestión del lugar [de Natura 2000] o sin ser necesario para la misma, pueda afectar de forma apreciable a los citados lugares, ya sea individualmente o en combinación con otros planes y proyectos, se someterá a una adecuada evaluación de sus repercusiones en el lugar, teniendo en cuenta los objetivos de conservación de dicho lugar. A la vista de las conclusiones de la evaluación (...), las autoridades nacionales competentes sólo se declararán de acuerdo con dicho plan o proyecto tras haberse asegurado de que no causará perjuicio a la integridad del lugar en cuestión y, si procede, tras haberlo sometido a información pública" (artículo 6.3).

Las medidas compensatorias, que se materializarán habitualmente en términos de restauración ecológica de ecosistemas, o en manejo de agrosistemas o zonas silvopastorales con un objetivo de mejora o sostenimiento de un determinado paisaje asociado a la conservación de una serie de especies, deben estar dirigidas, en proporciones comparables, a los hábitats y especies afectados, referirse a la misma región biogeográfica y realizar funciones comparables a las que justificaron su declaración. Estas medidas pueden consistir en:

- La reconstrucción de un hábitat en un lugar nuevo o ampliado que va a incluirse en la red Natura 2000
- La mejora de un hábitat en parte del lugar o en otro espacio de Natura 2000, en una medida proporcional a la pérdida provocada por el proyecto
- En casos excepcionales, la propuesta de un nuevo espacio con arreglo a la Directiva de Hábitats
- En relación a la utilización de medidas compensatorias, se debe tener en cuenta que un lugar no debe sufrir efectos irreversibles a causa de un proyecto antes de que se hayan tomado dichas medidas y que la Comunidad Autónoma debe informar por el cauce que corresponda a la Comisión Europea.

En el caso español, existen algunos proyectos emblemáticos a los que se les ha exigido medidas compensatorias de gran entidad, y actualmente las administraciones están generando guías para la realización de proyectos de medidas compensatorias. Al margen de su papel dentro del marco ya tradicional de las medidas de restauración ecológica vinculadas a las Declaraciones de Impacto, encuadrarlas en un marco más amplio como medidas de mitigación de externalidades negativas puede permitir su comparación con otro tipo de actuaciones.

- Bancos de conservación y bancos de tierras en el contexto internacional

Al margen de las medidas compensatorias establecidas por la Unión Europea, algunos países, dentro de Europa, o bien en otras zonas del Mundo están desarrollando una serie de iniciativas vinculadas a la creación de los denominados bancos de tierras o bancos de conservación. A diferencia de las medidas compensatorias, en las que cada proyecto se desarrolla en un ámbito geográfico y funcionalmente vinculado al proyecto, aunque no inmediato, se trata de crear zonas de compensación a gran escala en las que desarrollar de forma unificada proyectos de conservación o restauración ecológica de los que se obtendría financiación a través de un fondo global aportado por diversas industrias, operadores de transporte o infraestructuras, con el fin de unificar la actuaciones.

En general, son muchos los países que disponen de legislación y directrices en los que se aplican principios de restauración, replicación y compensación dentro de la denominada idea de evitar pérdidas netas y conseguir ganancias netas de superficie de un tipo de hábitat determinado. El origen de estos bancos de tierras, en el caso de los Estados Unidos, estuvo vinculado a la creación de una iniciativa agrupada para la

recreación y restauración de humedales, para lo cual las administraciones gestionaron un “catálogo” de zonas disponibles para desarrollar proyectos de compensación.

En algunos casos se han planteado estas iniciativas en términos de venta de créditos de conservación a los promotores de los proyectos de infraestructuras, industria o urbanización.

## **5.- Diagnósticos y conclusiones.**

Se podría iniciar el resumen o conclusión de lo expuesto citando un documento escrito por Pavan Sukhdev de TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) en el que resume las actuaciones realizadas por su organización. TEEB es un estudio que actúa como un grupo de trabajo, y que promueve actuaciones conservación y valoración de Capital Natural, contando con el apoyo del G-8 y de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Su principal misión es evaluar los costes económicos de la degradación ambiental y la pérdida de biodiversidad. En ese texto se establece: “ en un mundo ecológicamente sostenible, el precio de cualquier bien o servicio debería incluir el coste completo de mantenimiento del capital natural, de asegurar la provisión futura de los servicios medioambientales implicados. De igual manera, las decisiones sobre la utilización de los recursos, deberían tomarse basándose en idénticas consideraciones. Una norma así es difícil de seguir en la práctica. No sólo es una tarea onerosa si no que en la actualidad carecemos del conocimiento para hacerlo “

En relación con lo anterior, resulta igualmente difícil valorar la incidencia indirecta de un emisor, en este caso el transporte, sobre la salud de los ecosistemas dentro de las diferentes escalas de impacto. En este sentido, hay incidencias inmediatas, como es el caso de la ocupación o los contaminantes que actúan en un rango territorial limitado, y otros a escala global, como el consumo de recursos o las emisiones de gases de efecto invernadero, pero habrá que avanzar para poder asignar acciones de sectores con indicadores de Capital Natural Crítico.

Los cálculos de externalidad en los diversos sectores del transporte tienen una tradición más amplia en relación con aspectos como accidentes, congestión, y contaminación a la hora de establecer externalidades, que en la valoración actualizada y completa de las externalidades negativas hacia el medio natural o el capital natural crítico. Por tanto, se hace necesario complementar algunos indicadores tradicionales, que presentan deficiencias, con otros vinculados a huella ecológica, a la incidencia sobre elementos singulares o estratégicos, principalmente hábitats o ecosistemas, y cálculos renovados de externalidad, en los que se cuente con factores como la biodiversidad.

## **Capítulo 3.- Huella del carbono del transporte: el transporte visto desde su génesis**

### **1.- ¿Por qué una huella de carbono en el transporte?**

Nos parece oportuno comenzar este apartado citando las conclusiones del informe *“Transporte: movilidad sostenible y eficiencia energética”* elaborado por el anterior Grupo de Trabajo (GT-ETRA) en el marco del CONAMA 9 (2008).

En él se sugería que el problema del transporte responde a tres aspectos, como son la tecnología (vehículos contaminantes basados en el uso del petróleo), la ordenación urbanística y del territorio (mal desarrollo urbanístico y fuertes inversiones en infraestructuras) y un estilo de vida basado en un uso abusivo e ineficiente de los medios de locomoción. Son algunos de los motivos que llevan al sector del transporte a ser uno de los principales emisores de CO<sub>2</sub> a nivel mundial, con un 23,4% del total de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente en el año 2005, de las que 17,1% corresponde al transporte por carretera, 2,7% al transporte aéreo, 2,4% al transporte marítimo, 0,5% al transporte por ferrocarril y 0,7% a otros transportes. En España, la participación del transporte en 2006 fue aun mayor, con un 25% de las emisiones totales (Serrano, 2009).

Algunas de las posibles soluciones pasarían por la electrificación del sector de la automoción, por la racionalización de la planificación territorial, por el cambio de la carretera al ferrocarril para el tránsito de personas, por el mayor uso de las telecomunicaciones o por el mayor uso del coche compartido. Sin embargo, las soluciones no estuvieron tan claras y la gran mayoría de autores y asistentes a los debates dejaron en el aire quién debe asumir los costes del tránsito hacia una movilidad sostenible de personas y mercancías.

En el anterior informe de CONAMA tampoco se vislumbraba la solución más adecuada para el transporte de mercancías, un sector muy reactivo a los cambios, la cual pasa por incrementar la eficacia a través de la interconexión de las diferentes modalidades de barco, tren y carretera. La solución no parece cercana cuando la realidad es que el modelo tiende a empeorar pues se centra sobre todo en el transporte por carretera, con gran dependencia del precio del petróleo, donde las empresas incurren en costes logísticos muy elevados con un gran desaprovechamiento de recursos que podrían mejorarse con una gestión no sólo más eficaz sino también más eficiente. Se argumentaba que las reticencias al cambio aumentan por las implicaciones del sector con el aspecto laboral: el transporte de mercancías genera en la actualidad un gran número de puestos de trabajo, cuyo sistema de subcontratación, entre otras deficiencias, genera un problema social al funcionar con mínimos márgenes de beneficio. Sin embargo, muchos expertos coincidieron en que la transferencia modal de la carretera al ferrocarril y al barco no tiene por qué implicar la pérdida de puestos de trabajo ya que se pueden reorientar o redirigir. La conversión hacia una movilidad

sostenible pasaría: a) por una correcta planificación estratégica que permita bascular la actual competencia (entre puertos, por ejemplo) hacia la cooperación; b) por una especialización de las diferentes terminales, dársenas o estaciones; c) por una voluntad política realmente decidida a abordar una intermodalidad equilibrada; y d) por unas inversiones en infraestructuras inteligentes que huyan de intereses locales o sectoriales y potencien la racionalidad (quizás no se trate tanto de añadir más hormigón, como de reinventar lo que ya tenemos).

#### *Una solución de la mano del carbono*

Pues bien, continuando con aquellas reflexiones esperamos aportar en esta sección una solución que viene de la mano del que se espera que sea –lo está siendo ya- el indicador estratégico del siglo XXI: la huella de carbono. Es un indicador que nos permite conocer el número de toneladas de CO<sub>2</sub> que emitimos con nuestra actividad. Un elemento que se puede incorporar al precio de cualquier artículo para formar la simbiosis perfecta entre lo económico y lo ambiental. Es un número que está en relación directa con la eficiencia energética (a menos ecoeficiencia, más consumo de recursos y más emisiones de CO<sub>2</sub>) y su simple reducción permite mejorar la eficacia y eficiencia no solo de cualquier actividad sino también, por supuesto, del transporte que es la actividad que nos atañe ahora.

Los usuarios, las empresas, las entidades de cualquier tipo, las instituciones, y, como no, las compañías de transporte, pueden calcular su huella de carbono de forma sencilla, la incorporan a su haber (como un valor añadido más de la organización responsable que sabe informar a sus clientes) e interviene en las reglas de la competencia. Cada uno invierte lo que quiere en la reducción de sus emisiones, sin presiones y sin exigencias, pero sabiendo que sino activa sus mejores dotes de gestor, de empresario, de usuario, de técnico o de consejero, va a ser sobrepasado por la competencia y podría quedarse atrás en un mercado que debe estar muy atento a todos los aspectos del desarrollo sostenible (no solo al económico).

Si el barco, el camión, el ferrocarril o el avión, consiguen reducir sus emisiones, consiguen transmitir esa imagen correctamente (en forma de etiqueta de carbono) y, consiguen abaratar los costes económicos y ambientales, su competitividad futura estará asegurada. Por eso, la huella de carbono será crucial en su desarrollo futuro y lo será en proporción con el peso que las emisiones del transporte tienen con relación al conjunto de emisiones de gases de efecto invernadero.

#### *¿Qué es la huella de carbono?*

Podríamos decir que la huella de carbono es heredera de un concepto muy conocido y extendido por todo el mundo como es la **huella ecológica**. Se define como la cantidad de superficie productiva (medida en hectáreas) que necesita una comunidad para



satisfacer sus necesidades de consumo y para absorber sus desechos<sup>11</sup>. En España, la principal huella en 2005 se atribuye a la producción de bienes de consumo (47,5%), seguida del transporte (23,4%), del sector residencial (11,2%), de los servicios (9,2%) y de la agricultura (8,7%). Los incrementos de huella entre 1995 y 2005 destacan especialmente el transporte, con un 36% de aumento (Esteban *et al.*, 2007). Nada diferente de lo que ocurre por regiones, como por ejemplo en Navarra (pionera en el cálculo de este potente macro-indicador)<sup>12</sup>, cuya huella total en 1999 fue de 3,47 hectáreas por persona y año<sup>13</sup> y en 2004 de 3,09 ha/cap/año. La huella energética es la mitad de la huella, y casi la mitad de ésta (45%) se debe al transporte y a la movilidad<sup>14</sup>. La otra mitad se debe al espacio urbanizado, a las explotaciones forestales, a la agricultura, a la ganadería y a la pesca (Tortajada, 2007). Nada diferente tampoco de lo que ocurre a escala global, con una huella ecológica total de 17.400 millones de hectáreas globales frente a una capacidad de 13.400, en 2005 (Serrano, 2009).

La huella de carbono es, como decimos, la evolución lógica de la huella ecológica, sobre todo teniendo en cuenta que para calcular esta última es necesario conocer primero las emisiones de CO<sub>2</sub> para luego convertirlas a hectáreas a través del factor de absorción de los bosques, de los pastos, de los cultivos o del mar. Surge más recientemente y, al igual que la huella ecológica, expresa gran cantidad de subindicadores agrupados y convertidos a CO<sub>2</sub>.

Para calcular la huella de carbono tan solo tenemos que conocer cuanto combustible consumimos con nuestra actividad, con nuestros camiones, con nuestra maquinaria; cuanta electricidad; cuantos materiales; cuanto agua, papel, madera... en definitiva, tenemos que saber cuantos recursos extraemos de la naturaleza para poder ofrecer nuestros servicios. Y una vez que sabemos cómo interactuamos con la naturaleza, debemos establecer planes y programas de reducción gradual de esas emisiones. Aquí entra la capacidad de innovación y de iniciativa del empresario para mejorar poco a poco su huella de carbono; aquí entran todas esas medidas de movilidad sostenible que podemos ver en el informe citado más arriba y en tantos otros documentos; aquí entra la mejora tecnológica de nuestros vehículos o instalaciones para aspirar a una mejor ecoeficiencia; aquí entra la mejor ordenación urbanística para evitar infraestructuras innecesarias o para mantener la mayor cantidad posible de ecosistemas (eficiencia en la ocupación del suelo); aquí entra toda una nueva filosofía de vida para reducir nuestras "necesidades" de movilidad; y aquí entra toda una nueva etapa de dinamización de la economía, de creación de empleo y de nuevas

<sup>11</sup> El área de territorio ecológicamente productivo puede dedicarse a cultivos, a pastos, a bosques o a ecosistemas acuáticos. Este indicador muestra si un territorio puede subsistir con sus propios recursos (sostenible) o si necesita de recursos ajenos (insostenible).

<sup>12</sup> Navarra una de las pocas regiones que analiza la evolución de la huella ecológica a lo largo del tiempo estableciendo políticas activas de reducción.

<sup>13</sup> Cada persona necesita de media 3,47 hectáreas al año para producir los bienes y recursos que consume y para absorber los residuos que produce.

<sup>14</sup> El resto de huella energética corresponde a la fabricación de bienes de equipo, al medio rural (agropecuaria), a la vivienda y a los servicios.



actividades para aspirar a esa ansiada economía baja en carbono que, queramos o no, va a ser una realidad a corto plazo.

## 2.- Las metodologías de cálculo de la huella de carbono

Como paso previo a la propuesta de una metodología apropiada para el caso que nos ocupa, vamos a ver brevemente algunas de las metodologías más conocidas. Sin embargo, en vez de particularizar cada una de ellas<sup>15</sup>, vamos a agruparlas todas en tres tipologías que nos van a permitir ver sus diferencias de una forma clara y resumida:

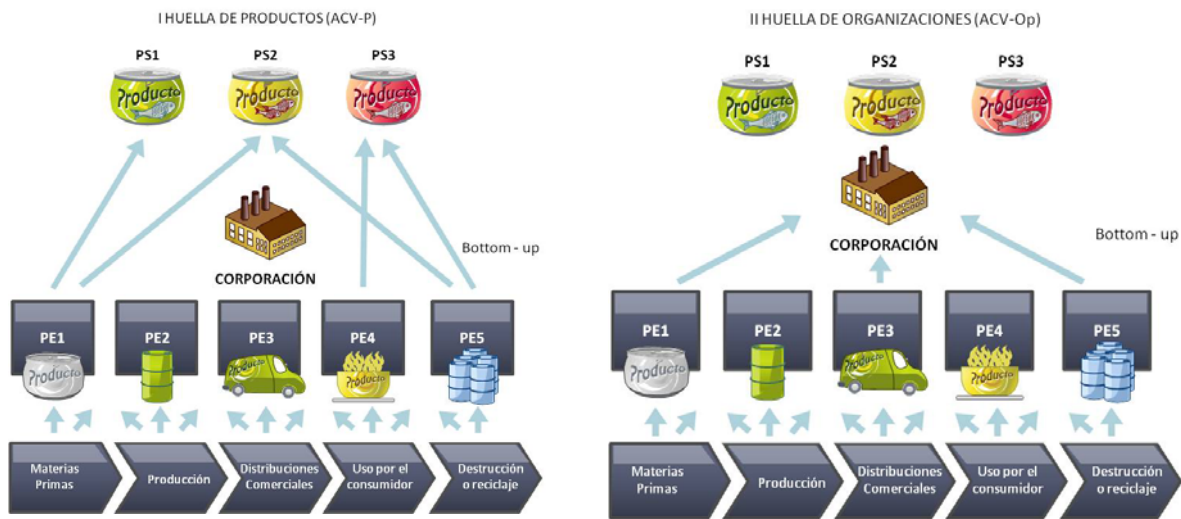
**a) Metodologías de Análisis de Ciclo de Vida con enfoque a procesos (ACV-P):** son análisis de ciclo de vida clásicos en los cuales se calcula la huella de carbono de un producto o actividad a lo largo de toda la cadena de valor, desde la extracción de las materias primas hasta la obtención del producto final (de la cuna a la puerta) o hasta su destrucción una vez concluida la fase de uso por parte del consumidor (de la cuna a la tumba) (figura 1, izquierda).

El método que más está destacando es la PAS 2050, la cual ha adaptado los análisis de ciclo de vida clásicos al cálculo de huella de carbono. Se basa en estándares internacionales como ISO 14044 y en ella podría inspirarse, a su vez, la futura norma ISO 14067 de Huella de Carbono. Su enfoque está orientado a procesos, lo cual quiere decir que dado un producto cualquiera se puede descomponer en uno o más procesos que intervienen en su fabricación y luego analizar cada uno de esos procesos por separado. Pero, tal como podemos leer en los “Ecological Footprint Standards 2009”, de la Global Footprint Network (GFN, 2009), este enfoque presenta el problema (propio de los ACV clásicos) de que no incluye la cadena de producción completa del producto (los llamados “errores de truncado”).

Estas metodologías presentan el gran problema de la comparabilidad ya que se debe elegir una unidad funcional de producto (ej: un saco de cemento de 35 kg) y se analizan todas las entradas de energía y materiales que intervienen en su producción a lo largo de todo su ciclo de vida. Esto obliga a establecer criterios de corte en algún sitio ya que sino la cadena se puede hacer infinita y si dos empresas competidoras no coinciden en sus criterios, los resultados se hacen difícilmente comparables. Presentan, además, el grave problema de que sirven para calcular la huella de carbono de productos pero no la huella de carbono de las organizaciones, por lo que obliga a las empresas a emplear dos tipos de metodologías diferentes.

---

15 Algunos de los métodos más conocidos son el método input-output, la PAS 2050, el método de los componentes o las calculadoras de carbono, exhaustivamente descritas en publicaciones como Carballo Penela (2009).

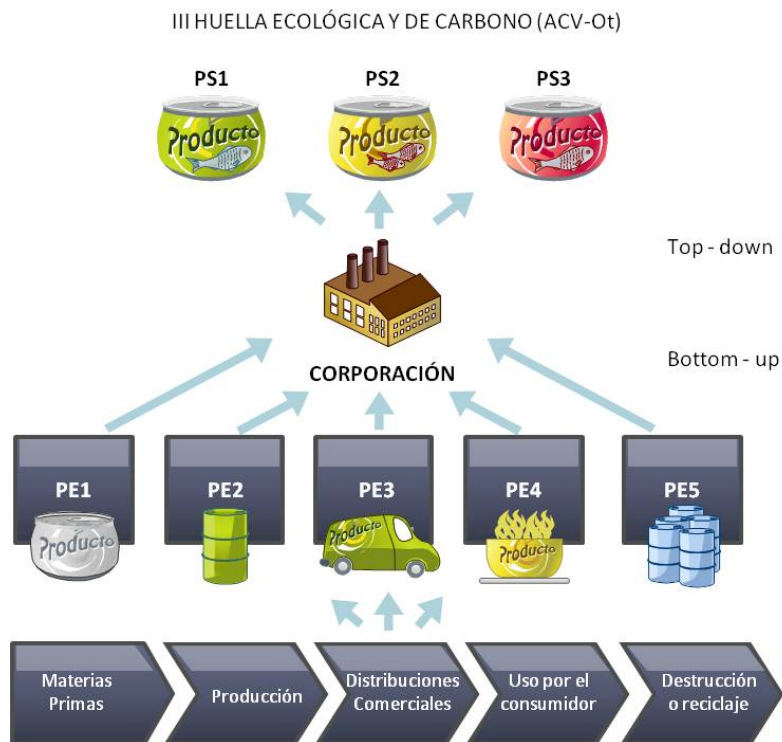


**Figura 1.** Metodología de tipo I (izquierda): cálculo bottom-up con enfoque a productos (ACV-P), como PAS 2050 o la futura ISO 14067. Los productos de entrada (PE) proceden de varios eslabones de la cadena de valor y sirven para calcular la huella de los productos de salida (PS) pero no de la organización. Metodología de tipo II (derecha): cálculo bottom-up con enfoque a organizaciones parcial (ACV-Op), como ISO 14064-1, GHG Protocol o ISO 14069. Los productos de entrada (PE) proceden de varios eslabones de la cadena de valor y sirven para calcular la huella de la organización pero no de los productos que salen de ella (PS). Es una huella parcial porque no incluye todas las categorías de consumo (las emisiones de *alcance 3* son voluntarias).

**b) Metodologías con enfoque a la organización.** Este tipo de metodologías presentan un enfoque a la organización porque la huella de carbono calculada se refiere a la organización en su conjunto más que a sus productos individuales, como en el caso anterior. Aunque no es una metodología exclusivamente de cálculo, sino más bien de comunicación, incluyendo sugerencias o recomendaciones para el cálculo de huella, tenemos entre los ejemplos más destacados de este tipo la ISO 14064-1 o el GHG Protocol (*GHG Protocol Initiative* en <http://www.ghgprotocol.org>) (WBCSD & WRI, 2003). Este Protocolo divide los diferentes tipos de emisiones en alcance 1 (emisiones directas), alcance 2 (electricidad) y alcance 3 (otras emisiones indirectas, como materiales, contrataciones, transporte y movilidad, etc. (figura 1, derecha).

**c) Metodologías con enfoque mixto, a la organización y al producto.** Este tipo de metodologías son "bottom-up" para los productos de entrada (todos los consumos de la organización); y "top-down" para los productos de salida. Es decir, primero se calcula la huella de la organización y luego, desde esta, se reparte la huella entre todos los productos (bienes y servicios) que fabrica, mueve o maneja. Además de la sencillez de uso, permite análisis de ciclos de vida completos y precisos sin omisión de datos de entrada y sin errores de truncado, así como etiquetado de todas las empresas que componen la cadena de valor, entre otras aplicaciones. El ejemplo principal de este tipo de métodos, es el Método Compuesto de las Cuentas Contables (MC3) y sus principales ventajas con respecto a las anteriores serían las siguientes: a) permite una única metodología para organizaciones y para productos; b) utiliza como

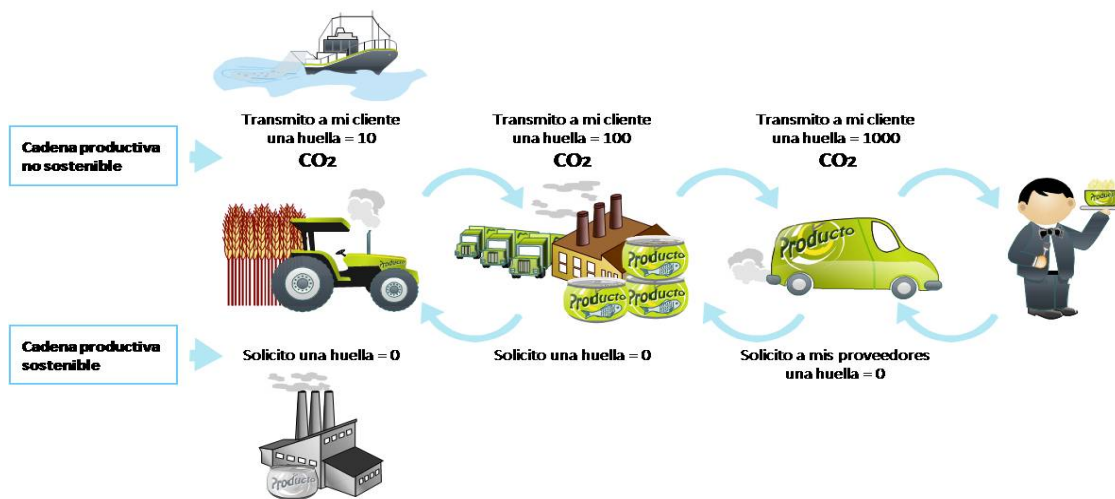
datos de entrada todas las cuentas contables por lo que no permite omitir ningún producto y ningún proceso; c) la información (huella de carbono) fluye automáticamente a lo largo de la cadena de valor sin necesitar la colaboración de los suministradores; d) el alcance es siempre el mismo para todos los análisis con lo cual se permite totalmente la comparabilidad; e) es muy comprensible y sencilla (mera introducción de los consumos en una hoja de cálculo), transparente (todos los factores de emisión y de conversión están a la vista) y adaptable; f) presenta el valor añadido de que se obtiene a la vez la huella de carbono y la huella ecológica de la organización (Doménech, 2007, 2008; Carballo Penela, 2009, 2010; Doménech *et al*, en prensa) (figura 2).



**Figura 2.** Metodología de tipo III: cálculo bottom-up y top-down con enfoque a productos y a organizaciones total (ACV-Ot), como MC3: a) los productos de entrada (PE) proceden solo de un eslabón del ciclo de vida, el cual acumula la huella de todos los anteriores, y, además, nunca incluye la huella del uso o de la destrucción del producto; b) sirven para calcular la huella de una organización y de sus productos; c) es una huella total porque incluye todas las categorías de consumo; d) se calcula a partir de las cuentas contables; e) se convierte a huella ecológica aportando un importante valor añadido.

### 3.- El transporte visto desde su génesis

Toda mercancía va acumulando huella a lo largo de todo su ciclo de vida conforme pasa por los diferentes eslabones de la cadena de suministro. Esto implica que tanto el transporte como la fabricación, el almacenamiento o la comercialización le va añadiendo huella a lo largo de la cadena (figura 3).



**Figura 3.** Efecto dominó. Transmisión de la huella por la cadena de suministro.

Cada uno de esos eslabones está formado por una empresa que cuenta con múltiples procesos para realizar su actividad. Por ejemplo, en el caso del transporte se pueden considerar los siguientes procesos:

- Proceso de transporte propiamente dicho (uso del transporte, explotación del servicio)
- Proceso de explotación de estaciones y parkings
- Proceso de obras y construcción de estaciones e infraestructuras
- Proceso de conservación y mantenimiento de infraestructuras, estaciones y edificaciones
- Proceso de conservación y mantenimiento de vehículos y equipos auxiliares
- Procesos de apoyo al transporte (carga descarga, suministros....)
- Proceso de comercial (nuevas rutas, nuevos países...)
- Proceso de compras y adquisición de nuevos vehículos o maquinaria de transporte
- Procesos auxiliares (recursos humanos, económico-financiero, informática...)

Muchos análisis de ciclo de vida clásicos consideran solo una parte de esos procesos, cuando no solo el de transporte propiamente dicho. Otros, añaden algunos procesos de apoyo al anterior como pudiera ser (en el caso de la aviación) el acceso de los viajeros al avión, la carga-descarga de equipaje, el servicio de suministro de catering, otras operaciones en aeropuerto, etc. Esta posibilidad de elección dificulta, obviamente, la comparabilidad entre diferentes organizaciones.

En el caso de los métodos con enfoque a la organización (ACV-O) se considera el conjunto de la organización, esto es, todos los procesos, con lo cual el alcance es siempre el mismo y la comparación es totalmente viable. Cada eslabón de la cadena mostrada en la figura 3 calcula su huella, la reparte entre los productos que fabrica, comercializa o transporta y la pasa al siguiente eslabón. Para que una cadena sea sostenible, cada elemento deberá esforzarse en reducir su huella lo que da lugar a convenios y alianzas que abren una importante vía a la competitividad y a la innovación. Si cada uno de ellos demanda (a sus proveedores) bienes o servicios bajos en huella se producirá el efecto cadena y se extenderá por la sociedad propiciando una economía baja en carbono.

#### **4.- El cálculo de la huella de carbono con MC3**

A continuación se expone un resumen de la metodología MC3, con las principales fuentes y factores de conversión. La estructura de la herramienta de cálculo empleada incluye todas las categorías de consumo posibles, así como la ocupación de suelo y la generación de residuos (tabla 1), destacando que prácticamente todos los datos de entrada se obtienen de las cuentas contables y que, por lo tanto, el alcance es único y siempre el mismo para todas las organizaciones (es una de las principales ventajas de la metodología). También destacamos el cálculo simultáneo de la huella de carbono y la huella ecológica utilizando los mismos datos de entrada, lo que le confiere un valor añadido.

**Tabla 1. Fuentes de emisiones contempladas en la huella del carbono (MC3 V.2)**

| <b>Secciones de consumos</b> | <b>Categorías de consumos</b>  |
|------------------------------|--|
| 1. Emisiones directas        | 1.1. Combustibles<br>1.2. Otras emisiones directas                       |
| 2. Emisiones indirectas      | 2.1. Electricidad  |
| "Otras emisiones indirectas" |  |
| 3. Materiales                | 3.1. Materiales de flujo (mercancías)<br>3.2. Materiales no amortizables |

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
|                                       | <p>3.3. Materiales amortizables (genéricos)</p> <p>3.4. Materiales amortizables (obras)</p> <p>3.5. Uso infraestructuras públicas</p>  |
| 4. Servicios y contrata               | <p>4.1. Servicios con baja movilidad</p> <p>4.2. Servicios con alta movilidad</p> <p>4.3. Servicios de transporte de personas</p> <p>4.4. Servicios de transporte de mercancías</p> <p>4.5. Uso de infraestructuras públicas</p>   |
| 5. Recursos agropecuarios y pesqueros | <p>5.1. Vestuario y manufacturas</p> <p>5.2. Productos agropecuarios</p> <p>5.3. Servicios de restaurante</p>  |
| 6. Recursos forestales                |  |
| 7. Huella hídrica                     | <p>- Consumo de agua potable</p> <p>- Consumo de agua no potable</p>   |
| 8. Uso del suelo                      | <p>8.1. Sobre tierra firme</p> <p>8.2. Sobre agua</p>  |
| 9. Residuos, vertidos y emisiones     | <p>9.1. Residuos no peligrosos</p> <p>9.2. Residuos peligrosos</p> <p>9.3. Residuos radiactivos</p> <p>9.4. Vertidos en efluentes</p> <p>9.5. Emisiones</p> <p style="padding-left: 40px;">9.5.1. Gases GEI Protocolo Kioto</p> <p style="padding-left: 40px;">9.5.2. Otros GEI o precursores</p> <p style="padding-left: 40px;">9.5.3. Otras emisiones atmosféricas</p> |

Fuente: elaboración propia

La **huella de los combustibles** se calcula básicamente convirtiendo las toneladas de cada uno de los combustibles utilizados a gigajulios, a través de su Poder Calorífico Inferior, según el Informe Inventarios GEI 1990-2004 (mayo 2006), España, anexo 8



(basado principalmente en IPCC 1996). Una vez se cuenta con los gigajulios consumidos, se calcula la huella del carbono propiamente dicha empleando el factor de emisión del combustible utilizado (según el mismo Inventario de GEI de España). Además de la huella de carbono de la combustión se incluye también la huella del ciclo de vida del combustible utilizado, extraído del Joint Research Centre (JRC) de la Comisión Europea (JRC, 2007), basado en el enfoque Well to Tank (de la fuente al depósito). Se incluye también la emisión no solo de CO<sub>2</sub>, sino también de otros GEI afectados por Kioto, como son el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Los factores de emisión de estos dos últimos se extraen de IPCC (2006) para el caso de la combustión del carbón, biomasa, gas y gasóleo C, mientras que para el biodiesel y el bioetanol se utilizan los factores de emisión de la Comisión Europea (JRC, 2007). La metodología permite introducir otras emisiones directas o fugitivas de CO<sub>2</sub>.

La **huella de la electricidad**, se calcula aplicando los siguientes pasos: a) obtención del mix de la Compañía suministradora; b) conversión de los KWh consumidos a gigajulios a razón de 1 KWh=3,6 MJ, y a través del porcentaje de rendimiento de las diferentes tecnologías de generación (tabla 2); c) cálculo de las toneladas de combustible utilizado, dividiendo los gigajulios consumidos por el poder calorífico inferior (como en el caso de la huella de los combustibles); d) cálculo de la huella de carbono aplicando los factores de emisión del combustible utilizado. En el caso de la energía nuclear se usa el factor de conversión ofrecido por IOR Energy (<http://www.ior.com.au/ecflist.html>): para el metal de uranio: 560.000 GJ/t y para el óxido de uranio: 470.000 GJ/t.

**Tabla 2. Rendimiento del combustible utilizado  
en generación eléctrica**

| Combustible           | Rendimiento (%) |
|-----------------------|-----------------|
| Carbón                | 30 %            |
| Nuclear               | 34%             |
| Gas (ciclo combinado) | 55%             |
| Gas (cogeneración)    | 90%             |

Fuente: elaboración propia a partir de diversas fuentes

Como en el caso anterior, también se incluye la huella del ciclo de vida de los combustibles utilizados en la generación eléctrica. La huella de las energías alternativas se calcula empleando diversos métodos de conversión que se pueden consultar en Doménech (2007).



Para calcular la **huella de los materiales**, en primer lugar es preciso asignar cada partida de las cuentas contables de la organización a una categoría de consumo (ver tabla 1). Una vez introducidos los datos en la herramienta de cálculo esta realiza automáticamente los siguientes pasos:

- a) Conversión de unidades monetarias (euros) a toneladas del producto por medio de la tabla de datos estadísticos de comercio exterior (99 capítulos arancelarios) la cual registra las entradas y salidas de todas las mercancías, expresadas tanto en peso como en euros (base de datos de las Cámaras de Comercio: <http://aduanas.camaras.org/>).
- b) Conversión de las toneladas de producto a gigajulios consumidos en su ciclo de vida, por medio de la intensidad energética. Las fuentes de los valores de intensidad energética son las mismas que utiliza el creador del método clásico de huella ecológica, Mathis Wackernagel, y la Global Footprint Network, las cuales se ubican en una base de datos del Stockholm Environment Institute (SEI) (Wackernagel *et al.*, 2005). Una cierta cantidad de datos han sido recopilados por Alcorn (1998) e IVEM (1999) y suplementados con datos específicos de ACL individuales (Simmons *et al.*, 2006).
- c) Conversión de los gigajulios a huella de carbono (tCO<sub>2</sub>) por medio del factor de emisión del combustible más habitual de la cadena de valor (hoy por hoy los combustibles fósiles líquidos)

En el caso de la huella de las obras, el importe en euros se desglosa en los materiales y elementos típicos de la construcción (cemento, siderúrgicos, bituminosos, refractarios, madera, cobre y energía), en función del tipo de obra considerada en las 48 fórmulas polinómicas empleadas habitualmente en construcción para revisar los precios de los contratos de obras del Estado y Organismos Autónomos (Decreto 3650/1970, de 19 de diciembre, y siguientes modificaciones). Una vez obtenido este desglose, se calcula la huella de los materiales según el procedimiento descrito más arriba.

Para la **huella de los servicios y contrataciones**, el procedimiento consiste en estimar el porcentaje de la factura que corresponde al consumo energético de la actividad, expresado en toneladas de combustible fósil líquido. Este consumo se pasa a gigajulios y se procede como en el caso de la huella de los combustibles. La metodología incluye los siguientes servicios:

- a) Servicios con baja movilidad (servicios “de oficina” de bajo y de alto valor añadido, hospedería, telefonía, servicios médicos, servicios culturales, formación externa, limpieza interior, alquileres)
- b) Servicios con alta movilidad (limpieza exterior, correo y paquetería)
- c) Servicios de transporte de personas (taxi, tren, avión, barco)
- d) Servicios de transporte de mercancías (furgonetas, camiones, ferrocarril, avión, buque) (tabla 3)
- e) Uso de infraestructuras públicas (a través de los impuestos y según reparto asignado en los Capítulos Presupuestarios del Estado Consolidados)

**Tabla 3. Intensidad energética del transporte de pasajeros y mercancías empleados en la metodología MC3 V.2**

| <b>Modos transporte</b>                | <b>Pasajeros<br/>(MJ/vKm)</b> | <b>Mercancías<br/>(MJ/tKm)</b> |
|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Carret. Interurb. (coches, motos, bus) | 2,18 (1)                      | -                              |
| Carretera interurbana (camiones)       | -                             | 1,2 (2)                        |
| Carretera (furgonetas)                 | -                             | 5,4 (2)                        |
| Ferrocarril nacional                   | 0,35 (1)                      | 0,3 (2)                        |
| Metro (1996-2007)                      | 0,55 (1)                      | -                              |
| Avión nacional                         | 9,80 (1)                      | 31,57 (1)                      |
| Barco nacional-cabotaje                | 1,35 (1)                      | 0,4 (2)                        |
| Barco internacional                    | -                             | 0,2 (2)                        |

(1) Pérez (2010, Com. Per.) según datos del Inventario Nacional de Emisiones de 2008 y del Informe Anual de Transporte y Servicios Postales del Ministerio de Fomento (2008)

(2) ECMT (2007) y TRENDS (2003)

Fuente: elaboración propia a partir de las tablas anteriores

En el caso de la **huella de los recursos agropecuarios y forestales**, el primer paso consiste, de nuevo, en asignar las cuentas contables de los recursos consumidos a categorías de consumo, importe que se introduce en la herramienta de cálculo: a) vestuario y manufacturas (como cestería, peletería o marroquinería); b) productos agropecuarios (sobre todo alimentos comprados directamente); c) servicio de restaurante (comidas de empresa, dietas de personal, ágapes, etc.); d) productos de madera, papel, productos editoriales y otros recursos forestales

A continuación se procede como en el caso de la huella de los materiales: conversión del importe en euros a toneladas de producto por medio de las tablas de aduanas; conversión de las toneladas a gigajulios por medio de la intensidad energética; y conversión a toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas por medio del factor de emisión de los combustibles fósiles líquidos. Estos recursos orgánicos presentan, sin embargo, una peculiaridad con respecto a los materiales inorgánicos: además de la huella energética

presentan una huella por el espacio ocupado de los cultivos agrícolas o de las explotaciones forestales. Se puede calcular, entonces, su huella ecológica dividiendo el consumo en toneladas por su productividad natural en t/ha, con lo cual tenemos el espacio ocupado correspondiente a cultivos, a pastos, a bosques o a mar, según los recursos consumidos sean, por ejemplo, cereales, carnes, papel o pescados. Una vez tenemos el espacio ocupado en hectáreas, se puede convertir a emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente, por medio del factor de absorción de esos ecosistemas (los cuales se muestran más abajo). Cabe decir que, mientras que la huella de este tipo de recursos agropecuarios es omitida en muchas metodologías, puede llegar a ser muy importante en muchos tipos de empresas y organizaciones, sobre todo cuando existe mucha actividad comercial y muchos viajes.

La **huella hídrica** se calcula a partir del consumo de agua potable y no potable, divididas en varias categorías, lo cual permite establecer acciones correctoras independientes. Se asume que el agua presenta dos tipos de huella: la energética debida a la captación y distribución (bombeos, etc.), y la debida al uso del suelo (bosques, como productores primarios de agua). El consumo energético correspondiente a estos servicios asciende a 0,65 KWh/m<sup>3</sup>, según datos obtenidos de los Cuadernos de Gestión Energética Municipal (IDAE, 1989).

La huella de carbono debido a la **ocupación de suelo** y a la pérdida de espacio bioproductivo como sumidero de CO<sub>2</sub>, se calcula convirtiendo las hectáreas a CO<sub>2</sub> por medio del factor de absorción del ecosistema ocupado: a) el factor de absorción de los bosques se estima en 1 tC/ha/año (IPCC, 2001; El Bouazzaoui *et al.*, 2007); b) en el caso de la agricultura se considera una tasa de absorción de 1,98 tCO<sub>2</sub>/ha/año (0,54 tC/ha/año), indistintamente para la agricultura ecológica y para la agricultura convencional, (ECCP, 2004); c) en el caso de los pastos se estima una tasa de 0,23 tC/ha/año ó 0,84 tCO<sub>2</sub>/ha/año (Flanagan *et al.*, 2002; Soussana *et al.*, 2004; Syker *et al.*, 2001); d) en el caso del mar se asume una absorción de 0,55 molC/m<sup>2</sup>/año de media para todos los océanos del mundo (sin diferenciar por zonas), lo cual equivale a 0,242 tCO<sub>2</sub>/ha/año (Bode, 2008, com. per. e IPCC, 2007), basados a su vez en Sabine *et al.* (2004).

La **huella de los residuos y de los vertidos** se basa en el cálculo de la huella de carbono calculada en una planta de tratamiento integral de residuos y en una depuradora de aguas residuales. El estudio, realizado en colaboración con el Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente de la Universidad de Oviedo (Marañón *et al.*, 2008), calculó la huella de las diferentes subplantas de residuos (tabla 4), de modo que se obtuvo el factor de conversión por cada tonelada de residuo generado.

**Tabla 4. Residuos peligrosos incorporados en la metodología MC3**

| Planta de tratamiento                       | Residuos  |
|---|---|
| Planta de aceites                           | 1. Aceites usados   |
| Planta de residuos líquidos MARPOL (buques) | 2. Emulsiones agua/aceite (humedad > 10%)   |
| Horno incinerador                           | 3. Residuos sanitarios y biológicos<br>4. Filtros de aceite<br>5. Absorbentes usados (a)  |
| Planta físico-química                       | 6. Residuos ácidos, alcalinos o salinos<br>7. Lodos de emulsiones de agua/aceites   |
| Planta de estabilización-solidificación     | 8. Pinturas, barnices, tintas y residuos adhesivos<br>9. Alquitranses y hollín<br>10. Lodos de efluentes industriales<br>11. Materiales mezclados e indiferenciados |
| Depósito de seguridad                       | 12. Absorbentes usados (a)<br>13. Envases contaminados por sustancias peligrosas (b)<br>14. Pilas con mercurio  |
| Transferencia a otros gestores              | 15. Aparatos eléctricos y electrónicos (RAEEs)<br>16. Disolventes usados<br>17. Baterías de plomo y Ni-Cd<br>18. Envases contaminados por sustancias peligrosas (b) |

(a) Parte de los absorbentes usados se valoriza energéticamente y el resto se lleva al depósito de seguridad

(b) Los envases contaminados que no puedan ser tratados por otros gestores son llevados al depósito de seguridad.

Fuente: Marañón *et al.* (2008)

Finalmente, para obtener la **huella de los gases**, la herramienta de cálculo va acumulando automáticamente tanto los totales de cada gas generado en la combustión (combustibles, electricidad, etc.), como las cantidades introducidas directamente. Posteriormente, se convierten a emisiones equivalentes de CO<sub>2</sub> por medio del Potencial de Calentamiento Global (tabla 5).

**Tabla 5. Potencial de Calentamiento Global (GWP<sub>100</sub>) de los principales gases de efecto invernadero**

| Gas de Efecto Invernadero              | GWP <sub>100</sub> |
|--|--------------------|
| Dióxido de Carbono CO <sub>2</sub>     | 1                  |
| Metano CH <sub>4</sub>                 | 21 (1)             |
| Óxido nitroso N <sub>2</sub> O         | 310                |
| Hidrofluorocarbonos HFC's              | 11700 (2)          |
| Perfluorocarbonos PFC's                | 6500 (3)           |
| Hexafluoruro de Azufre SF <sub>6</sub> | 23900              |

(1) Este valor corresponde al potencial de calentamiento global válido para proyectos MDL en el primer periodo de cumplimiento del protocolo.

(2) Valor para el HFC23.

(3) Valor para el Perfluorometano.

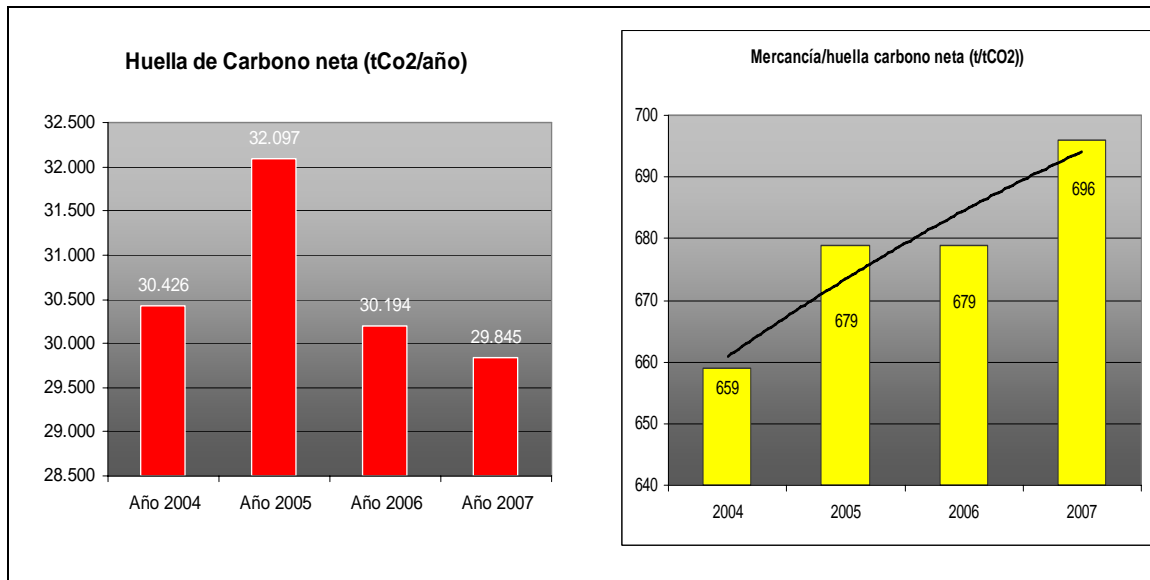
Fuente: Climate Change 1995, The Science of Climate Change: Summary for Policymakers and Technical Summary of the Working Group I Report, page 22.

## 5.- Un caso de estudio: la huella del transporte marítimo

En este apartado se muestra un caso de estudio relacionado con el transporte marítimo, referido concretamente a la huella de los puertos comerciales. Es preciso tener presente que, como ya dijimos más arriba, una mercancía determinada transportada en cualquier medio, va acumulando huella en cada uno de los eslabones por los que va pasando; en el caso del transporte marítimo: el fabricante, el camión o ferrocarril, el puerto de origen, el buque, el puerto de destino y el resto de intermediarios hasta llegar al consumidor final. Para reducir la huella de carbono de un producto cualquiera es preciso reducir la huella de todos esos eslabones, lo que permite interesantes desarrollos por medio de alianzas en torno a las redes logísticas verdes o sostenibles.

La huella de carbono corporativa MC3 se ha calculado en varios puertos del norte y noroeste de España y en uno de ellos (con un movimiento de unos 20 millones de toneladas por año) se viene aplicando desde el año 2004 (Doménech, 2004a, 2004b, 2007, 2008), siendo algunas de las conclusiones que podemos sacar hasta la fecha, las siguientes:

a) La huella de los puertos (alrededor de 30.000 tCO<sub>2</sub>/año) es considerable, aun a pesar de ser empresas de servicios, a las que se suele atribuir pocas emisiones. Parece claro que las emisiones indirectas pueden llegar a tener mucha más importancia que las emisiones directas (figura 4).



**Figura 4.** Huella de carbono absoluta (tCO<sub>2</sub>/año) y relativa (mercancías movidas por tonelada de CO<sub>2</sub> emitida) en un puerto del norte de España

b) La huella de carbono calculada en los puertos deja claras las prioridades, a la hora de abordar proyectos o estrategias de reducción de emisiones. En la tabla 6 se observa que el principal impacto es debido a los materiales de construcción (especialmente al cemento y al material siderúrgico), ascendiendo a un 65% del total de huella. El conjunto de todos los materiales asciende a cerca de un 80% de la huella total. El principal objetivo de cambio climático para los puertos será establecer adecuados planes de ecoeficiencia priorizando las actuaciones enfocadas a reducir el impacto de la construcción y de las infraestructuras portuarias.

**Tabla 6.** Evolución de la huella de carbono de un puerto comercial desglosada por categorías (tCO<sub>2</sub>/año)

| Categoría    | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  |
|--------------|-------|-------|-------|-------|
| Electricidad | 5.040 | 3.909 | 3.893 | 3.815 |
| Combustibles | 676   | 705   | 839   | 578   |
| Materiales   | 4.036 | 3.916 | 3.795 | 3.728 |

|                       |               |               |               |               |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Materiales de constr. | 16.281        | 19.000        | 19.113        | 19.411        |
| Servicios             | 786           | 1.447         | 1.197         | 1.247         |
| Desechos              | 1.143         | 1.250         | 10            | 59            |
| Uso de suelo          | -             | -             | -             | -             |
| Recursos agropec.     | 410           | 521           | 449           | 490           |
| Recursos Forestales   | 2.113         | 1.401         | 950           | 569           |
| <b>Huella bruta</b>   | <b>30.485</b> | <b>32.148</b> | <b>30.245</b> | <b>29.896</b> |
| Contra-huella         | 59            | 51            | 51            | 51            |
| <b>Huella neta</b>    | <b>30.426</b> | <b>32.097</b> | <b>30.194</b> | <b>29.845</b> |

Fuente: elaboración propia

También se ha abordado el estudio de la huella de los puertos desde el Departamento de Economía Aplicada de la Universidad de Cantabria, donde Pablo Coto e Ingrid Mateo han calculado la huella de otro puerto de la fachada norte, obteniendo datos muy similares a los mostrados, con la particularidad de que baja la ecoeficiencia al tener menor movimiento de mercancías (Coto *et al.*, 2008, 2010). Actualmente Ingrid Mateo ha hecho su tesis doctoral sobre este particular (Mateo-Mantecón, 2010).

Otros puertos europeos, como el de Oslo, por ejemplo, también ha estimado sus emisiones basándose en el estándar ISO 14064-1 e incluyendo las emisiones directas (456 t), las emisiones energéticas indirectas (49 t) y otras emisiones indirectas relacionadas con las subcontratas, los negocios y los traslados de casa al trabajo (199 t). El total asciende a 704 tCO<sub>2</sub>/año. Calculado del mismo modo, el puerto de Rotterdam tiene unas emisiones directas de 8.960 toneladas de CO<sub>2</sub> al año, unas emisiones energéticas indirectas de 7.230 tCO<sub>2</sub> y otras indirectas de 20.100 t (total: 36.290 tCO<sub>2</sub>/año) (Anónimo, 2008).

Y, como prueba de una tendencia clara y de modo similar a lo que ya está ocurriendo en otros sectores, 40 de los principales puertos han firmado en Rotterdam, en 2008, la *Declaración del Clima de los Puertos del Mundo*, por la cual se pretende, entre otros, que todos los puertos implementen métodos para calcular su huella del carbono, así como para su posterior reducción en todos los ámbitos portuarios (buques, puerto, operaciones portuarias e industrias portuarias). Algunos puertos del Mediterráneo ya están buscando cómo reducir sus emisiones de CO<sub>2</sub> y cómo promover las energías renovables, a través del proyecto europeo CLIMEPORT, tanto en las operaciones portuarias como en toda su área de influencia logística. El mismo objetivo se plantean las navieras y el transporte marítimo, a través de la Organización Marítima Internacional y la Cámara Naviera Internacional; se pretende que dicha reducción de emisiones alcance entre el 15 y el 20% para el año 2020. Se estudian actuaciones como una tasa mundial sobre el combustible de los buques, un sistema de comercio de emisiones específico, un Plan de Gestión de la Eficiencia Energética o un Índice de



Ecoeficiencia para buques nuevos<sup>16</sup>. Resulta evidente que todo el sector del transporte marítimo ya está compitiendo activamente para posicionarse adecuadamente en la era del carbono en la que ya estamos inmersos.

Este caso de estudio muestra lo que ya está sucediendo en todos los modos de transporte, pero también viene a sugerir que conviene tener visión de futuro y que las empresas que no aborden rápidamente adecuadas estrategias de cambio climático y de alianzas por la sostenibilidad, podrían quedarse rezagadas en la nueva competitividad que llega de la mano del cambio climático.

## 6.- Conclusiones y propuestas

Teniendo en cuenta que consideramos vital iniciar medidas concretas y eficaces - como es la huella de carbono o *carbon label* global- para aspirar a una economía baja en carbono, y que el transporte es uno de los sectores que más está contribuyendo a este tipo de emisiones, se proponen las siguientes actuaciones:

1. Promover un apoyo institucional decidido a la creación de una ecoetiqueta de carbono (*carbon label*) en el seno de la Ley de Economía Sostenible o de una hipotética Ley de Cambio Climático solicitada por determinadas organizaciones<sup>17</sup>
2. Promover la elaboración de un estudio piloto de huella de carbono en todos los modos de transporte (camión, ferrocarril, avión, bus, buque) que sirva de base para el paso 3. Además de conocer la huella absoluta, se trata de conocer también la huella relativa (emisiones de CO<sub>2</sub>-eq por viajero y kilómetro y CO<sub>2</sub> por t mercancía y kilómetro). Usar una metodología mixta que sirva tanto para la huella de la organización como para la huella de sus productos o servicios. Las tareas a abordar serían las siguientes:
  - a) Empresas participantes. Será necesario contar con la colaboración de al menos una empresa por cada modo de transporte
  - b) Obtención de datos. Los datos a recopilar por cada una de esas empresas tipo serían los siguientes:

1. Combustible total utilizado
2. Electricidad total utilizada

<sup>16</sup> [www.shippingandco2.org](http://www.shippingandco2.org)

<sup>17</sup> Campaña Amigos de la Tierra SOS Clima, llamada The Big Ask en Europa, que demanda en 18 países leyes nacionales que permitan reducir anualmente las emisiones de GEI. En el Reino Unido y Escocia esta campaña recibió el apoyo de los sectores político, empresarial y social, lo que dio lugar a una ley que permitirá reducir las emisiones entre un 34 y un 42% de cara al año 2020.

3. Materiales consumidos (fungibles, material de oficina, material de mantenimiento, otros)
  4. Materiales amortizables (inversiones)
  5. Obras realizadas
  6. Contratas (de mantenimiento, auxiliares, de apoyo, etc.)
  7. Viajes y movilidad del personal
  8. Consumo de recursos naturales
  9. Consumo de papel
  10. Consumo de agua
  11. Ocupación de espacio (oficinas, parkings, etc.)
  12. Residuos, vertidos y emisiones
  13. Mercancías movidas o pasajeros movidos por toda la empresa en un año
- c) Cálculo de huella. Utilización de la herramienta de cálculo MC3 V.2. ([www.huellaecologica.com](http://www.huellaecologica.com)). Introducción de los datos de entrada y obtención de la huella de carbono por modo de transporte.
- d) Simulación empleando las mejores técnicas disponibles. Consistiría en simular qué huella tendrían los modos de transporte participantes simulando diferentes opciones de reducción de emisiones: uso de biocombustibles, uso de energías alternativas, ecoeficiencia en el resto de consumos, racionalización de la ocupación de espacio, reducción de residuos, etc.). Esto permite elaborar recomendaciones generales de planificación de reducción de huella.
- e) Difusión de resultados. Organización de un evento para difundir los resultados obtenidos y para elaborar un protocolo que permita extender la metodología a todas las empresas de transporte y de logística.
3. Promover el cálculo de huella entre todas las empresas de transporte y de logística, fomentando la competitividad a través de la reducción de emisiones de carbono. Un paso ulterior o simultáneo puede ser crear subgrupos sectoriales por tipos de mercancías para extender el cálculo y la reducción de huella a todo el sector de movimiento de mercancías y a todos los eslabones de las diferentes cadenas de suministro. El desarrollo de la *carbon label* puede ser uno de los principales mecanismos no solo para aspirar a una movilidad sostenible sino a la dinamización de toda la economía: el efecto cadena producido y la búsqueda de innovadores y eficientes sistemas de reducción de emisiones son elementos seguros para ello.

## Capítulo 4.- Eficiencia energética y emisiones del transporte

### 1.- Definición de transporte: acción y conceptos relacionados (energía, mercancías y pasajeros, distancias,...).

El transporte (del latín *trans*, "al otro lado", y *portare*, "llevar") es la acción y efecto de trasladar a personas o mercancías de un lugar a otro.

Dentro de la actividad del transporte se incluyen numerosos conceptos necesarios de definición, entre los más importantes están las infraestructuras, los vehículos, las rutas y las mercancías o pasajeros transportados.

#### 1.1.- Las infraestructuras

Las infraestructuras son las instalaciones fijas que permiten la acción del transporte. Pueden ser infraestructuras nodales o lineales:

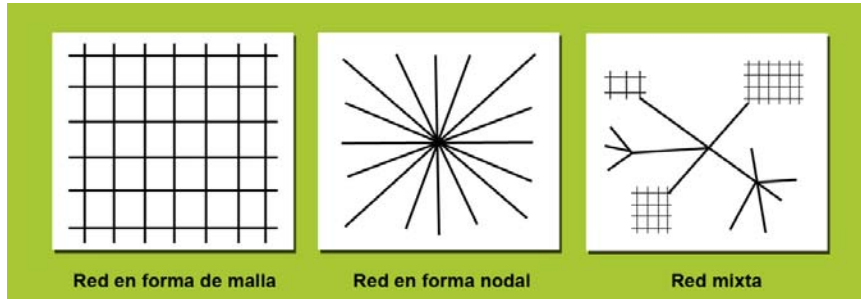
- Infraestructuras nodales como son las estaciones, terminales, puertos y aeropuertos.
- Infraestructuras lineales como son los caminos, carreteras, autovías y autopistas del transporte terrestre, los ductos o tuberías del transporte de líquidos y gases, las vías férreas, las autopistas del mar y las aerovías.

El conjunto de infraestructuras de transporte forman las redes, que pueden ser clasificadas por su diseño espacial según el número de nodos y de elementos lineales que presenten. De esta forma las redes de transporte (o de infraestructuras) pueden ser:

- Redes de estructura nodal: son aquéllos sistemas de transporte que disponen de un núcleo central y muchas infraestructuras lineales (o vías). Presentan el problema de que en algunas ocasiones para unir dos puntos cercanos hay que hacer un gran recorrido al ser necesario pasar por el nodo central
- Redes en forma de malla: son aquéllas que presentan un número grande de nodos o interconexiones de infraestructuras lineales, frecuentemente dominados por un patrón de malla (cuadrícula). Presentan el problema de tener un gran coste económico por el gran número de vías necesarias para cubrir el territorio.
- Redes mixtas: suelen ser sistemas nodales más ramificados o con conexión a redes en forma de malla en aquellas zonas donde son precisas. Este tipo de redes pretende solventar los problemas planteados en los sistemas anteriores.

La calidad en las infraestructuras y el buen planeamiento de las redes favorecerán el que la acción del transporte sea mejor y más eficiente.

**Figura X. Tipos de redes de infraestructuras**



*Fuente: Elaboración propia*

## 1.2.- Los vehículos

Son los elementos que generalmente transitan por las infraestructuras para llevar a cabo la acción del transporte: No obstante existen casos en los que no se usan vehículos, como pueden ser las redes peatonales, el transporte por cintas transportadoras o el transporte por ducto o tubería.

En los casos en los que sí se utiliza un vehículo, el transporte puede clasificarse según su titularidad, según el tipo tracción, según el tipo de combustible o energía consumida, según el elemento que transporten y según su capacidad:

- Según la titularidad o propiedad del vehículo y su utilización, pueden definirse en:
  - Vehículos para el transporte privado
  - Vehículos para el transporte público de personas o mercancías (transporte comercial o colectivo)
- Según el tipo tracción, pueden ser vehículos de tracción animal o humana, vehículos de propulsión eólica o vehículos de tracción mecánica:
  - Los de tracción animal o humana son transportes lentos que se mueven con el esfuerzo muscular, y que por lo general no transportan demasiada carga. Normalmente no se usan con fines comerciales, aunque en algunas ocasiones es necesario su uso por problemas en las infraestructuras, especialmente en regiones con poco nivel de desarrollo. En el resto de los casos este transporte se usa por razones de bajo coste, ocio, deporte o ambientalismo.
  - Los de propulsión eólica, como son algunos barcos de vela y otros prototipos de vehículos. Aunque por lo general este tipo de vehículos se emplean únicamente por ocio o deporte.
  - Los de tracción mecánica son aquellos impulsados por un motor que se puede clasificar según el tipo de combustible o energía consumida.

- Según el tipo de combustible o energía consumida:
  - Motores eléctricos:
    - Que consumen energía eléctrica
    - Que usan baterías
  - Motores de combustión:
    - De combustibles fósiles o no renovables
    - De combustibles renovables o biocombustibles
- Según el elemento que transporten, pueden ser transporte de mercancías o transporte de pasajeros. Según su uso, las condiciones interiores del vehículo deberán adaptarse mediante el empleo de asientos para los pasajeros o elementos contenedores para las mercancías.
- Según su capacidad, el transporte será más o menos flexible en las rutas que realizan. Generalmente los transportes de poca capacidad se emplean para rutas cortas con mayor posibilidad de cambio en las rutas que en el caso de los vehículos de gran capacidad, que suelen ser vehículos empleados para rutas más largas y menos variables.
  - De poca capacidad como son los taxis y los microbuses (etc.) en el caso de transporte de pasajeros o las furgonetas y las motocicletas de reparto (etc.) para el caso de transporte de mercancías.
  - De gran capacidad como son los autobuses, los trenes, los aviones y los barcos (etc.) para el transporte de pasajeros o los camiones, los trenes, los aviones y los barcos (etc.) para el transporte de mercancías.

### **1.3.- Las rutas**

Las rutas son los recorridos que realiza un vehículo por una red de infraestructuras para lograr el desplazamiento desde el punto origen al punto destino.

Las rutas están condicionadas al sistema o red de infraestructuras que haya en la zona, al número de paradas intermedias del recorrido... (así por ejemplo puede ser necesario realizar una ruta más larga si la red de infraestructuras no está bien definida, o si es preciso realizar una parada intermedia).

En muchos casos un mismo transporte puede realizarse por varias rutas, en ese caso el gestor deberá buscar la ruta más eficiente teniendo en cuenta las características de la vía y del vehículo que se utilice. No obstante no debe olvidarse que la ruta más eficiente es aquélla que realizando el mismo recorrido consume menor energía, y esto normalmente con unas condiciones constantes se traduce en una menor distancia recorrida. Por ejemplo, en el caso de condiciones ideales la menor distancia es la línea recta que une los puntos de origen y destino, también conocida como distancia ortodrómica.

Las rutas pueden además clasificarse por su longitud siendo rutas de corto, medio o largo alcance, aunque esta clasificación depende del medio de transporte que se esté considerando.

## **2.- Tipos de energía empleados en los transportes: factores de conversión**

Para el análisis del consumo de energía en el transporte, resulta básico disponer de una visión de conjunto sobre los diferentes tipos de tracción y de suministro a los servicios auxiliares, los vectores energéticos utilizados en cada caso, y las fuentes de energía empleadas, ya que va a considerarse únicamente la energía consumida por los vehículos en la acción del transporte.

Esto es de singular importancia por cuanto el suministro de energía es un “flujo” cuyos efectos deben analizarse en su conjunto. Así, es engañoso pensar que un vehículo es especialmente eficiente porque lo sea su sistema de propulsión si emplea un vector energético que se produce con un rendimiento muy bajo o con un nivel de emisiones alto.

Ello resulta especialmente relevante cuando se compara la tracción eléctrica con la producida por los motores térmicos (diésel o de gasolina, por ejemplo). En el primer caso, los vehículos son muy eficientes, pero el rendimiento energético global se ve muy condicionado por la estructura de generación de electricidad y por las pérdidas en el transporte de electricidad. En ambos casos, pueden llegar a apreciarse rendimientos globales similares.

Para una mejor comprensión del problema, el flujo de energía consumida por los vehículos puede medirse para su análisis de forma genérica para todos los modos de transporte y tipos de tracción, en cuatro “puntos de control” que, comenzado a describirlos desde el fin de la cadena (en coherencia con el enfoque “de abajo a arriba” de ese trabajo), serían los siguientes:

**Energía útil**, sería la energía realmente utilizada para el movimiento del vehículo (medida en llantas, en hélice, en rueda o en ala); y la energía empleada para los servicios auxiliares (medida en la entrada de los equipos consumidores de esta energía).

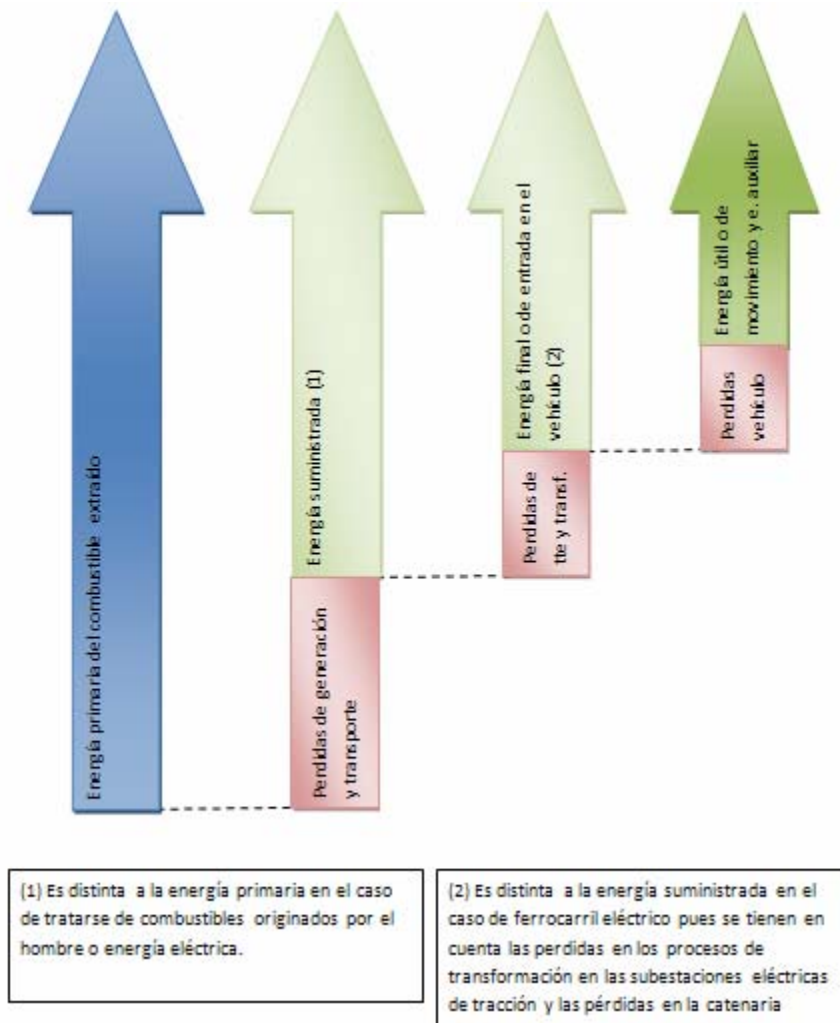
**Energía final**, sería la energía que entra al vehículo, que es el resultado de sumar a la energía útil, la energía que se pierde en los procesos de transformación y cambio de características que se producen dentro del vehículo. Entre estas pérdidas pueden citarse las del motor, de la transmisión del vehículo, las de generación de energía embarcada, de almacenamiento, la de transformación de energía, etc.

**Energía suministrada al sistema de transporte**, que es diferente de la anterior en los casos en que se requiere un transporte o almacenamiento previo a la entrada de la energía en el vehículo (por ejemplo, en el caso de los aprovisionamientos a flotas desde depósitos centrales o de la energía eléctrica que se suministra a la compañía ferroviaria en las subestaciones de tracción). Realmente, la medición (intermedia) de

esta energía no es relevante desde el punto de vista del consumo energético, pero sí puede serlo desde el punto de vista del coste económico soportado por el operador del transporte, ya que es la energía que paga.

**Energía primaria**, es el resultado de sumar a la energía suministrada al sistema de transporte la que se pierde en los procesos de extracción, transporte, generación (en el caso de la eléctrica) o de refino (en el caso de derivados del petróleo), y en la conversión que se producen desde las fuentes primarias hasta el punto de entrega al sistema de transporte.

**Figura X. Flujos energéticos para los vehículos**



Fuente: Elaboración propia

Existen tres formas principales de suministrar energía al vehículo:

- Con electricidad, que alimenta a motores eléctricos.
- Con gas, empleado en la propulsión en coches, autobuses y en gasoductos.



- Con líquidos, derivados del petróleo como son gasolina, gasóleo o queroseno, que alimentan a motores de explosión o turbinas.

Para este apartado quedan excluidos los nuevos combustibles o sistemas de propulsión que aun están en modo de pruebas (biocombustibles, propulsión solar...)

El flujo de la energía, en cada una de sus formas, incluye la fuente de producción, la distribución, el transporte al punto de entrega y el uso final.

El conocimiento del flujo permite analizar los rendimientos y costes totales de cada uno de los consumos. Así, el punto de suministro de la energía al sistema es relevante tanto para conocer su coste (si es preciso hacer transformaciones y transportes), como para saber qué pérdidas se incluyen dentro el sistema y cuáles se producen fuera del mismo.

### **Producción de energía eléctrica**

La estructura de producción de la energía eléctrica permite conocer el consumo de energía primaria, de energías renovables, las emisiones y la contaminación, considerando el conjunto del flujo.

Este análisis es relevante, ya que hace posible el conocimiento de los costes totales del empleo de energía en el transporte, que no resultan evidentes si sólo se analiza el coste económico y los consumos del sistema sin atender a su origen y a los procesos previos de transformación y transporte.

En efecto, el rendimiento energético de la tracción eléctrica en el vehículo es mayor que en la tracción diésel y además no contamina ni tiene emisiones. Sin embargo, si se tiene en cuenta que la producción de energía eléctrica requiere el empleo de cantidades variables de petróleo, carbón o gas en las centrales térmicas, resulta que este tipo de tracción sí tiene un efecto contaminante, y que su rendimiento global en términos de energía primaria puede no ser tan diferente del de la tracción diésel.

### **Producción de energía mediante combustibles tradicionales**

La energía lograda mediante combustibles tradicionales (gases o líquidos derivados del petróleo) se produce mediante la reacción térmica producida en el interior del motor, turbina de gas o motor de explosión o combustión interna.

No obstante para lograr estos combustibles debe producirse un proceso de refinado que logra separar el elemento extraído del interior de la tierra, gas y petróleo, en sus distintas formas gaseosas (metano, propano, butano...) o líquidas (gasolina, gasóleos, fueloil, queroseno...).

Aunque además de estos combustibles derivados del petróleo se obtienen otra gran variedad de subproductos que permiten no desaprovechar prácticamente nada del petróleo extraído, existe una pérdida energética en el proceso de refinado que debiera tenerse en consideración. No obstante ya que tanto el proceso de producción de energía eléctrica antes descrito, como el proceso tradicional de combustión interna emplean estos derivados del petróleo, se puede ignorar esta pérdida en la comparación de ambos procesos.

Además de estos combustibles tradicionales, derivados del petróleo, existen otros nuevos combustibles, los biocombustibles, que pueden producir energía en turbinas de gas y motores de explosión similares a los tradicionales, aunque hasta el momento este tipo de combustibles no se están considerando por ser aún experimentales y por considerarse que en la etapa previa a su generación absorben CO<sub>2</sub>.

### **3.- Tipos de emisiones y productos de desecho. Consideración del CO<sub>2</sub> como contaminante estrella de nuestros tiempos**

#### **3.1.- Transportes de combustión interna**

En el caso de los medios de transporte que funcionen por combustión interna, tendrá que tenerse en cuenta el combustible empleado y las condiciones del motor o cámara de combustión.

Entre las emisiones más importantes derivadas de la combustión se encuentran:

- El **dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)** es el gas de efecto invernadero más importante debido a las grandes cantidades liberadas y su prolongado periodo de permanencia en la atmósfera. Las concentraciones de CO<sub>2</sub> inciden directamente en el calentamiento de la superficie terrestre.
- El **vapor de agua (H<sub>2</sub>O)** liberado se elimina rápidamente. Sin embargo en el caso de la aviación, una pequeña fracción se libera a gran altitud, en la estratosfera, donde puede acumularse hasta formar concentraciones elevadas, denominadas estelas de condensación (contrails), y se cree que también contribuye a la formación de cirros, sobre los que existen indicios de que pueden contribuir al calentamiento global, aunque no hay datos probados al respecto.
- Los **óxidos del nitrógeno (NO<sub>x</sub>)** tienen un efecto indirecto en el clima. En el caso de las emisiones procedentes de la aviación, éstas se producen a gran altura, pudiendo producir ozono (O<sub>3</sub>) cuando se producen entre 18-20 km debido a la influencia de la luz solar, que es un gas que contribuye al calentamiento. Sin embargo, el incremento de O<sub>3</sub> contribuye a la disminución de los niveles de metano (CH<sub>4</sub>), que es también un gas efecto invernadero. Así, el efecto neto del NO<sub>x</sub> supone un calentamiento por incremento de O<sub>3</sub> mayor al enfriamiento por la reducción del CH<sub>4</sub>, si bien se desconoce la proporción exacta.
- Los **sulfatos** y las **partículas en suspensión (PM)** presentan un efecto directo pequeño en comparación con el resto de emisiones, aunque aún existe gran incertidumbre al respecto. Las partículas en suspensión (PM), fundamentalmente partículas de carbono resultado de combustión incompleta de hidrocarburos, absorben calor y por tanto tienen un efecto de calentamiento. Las partículas de azufre (sulfatos) reflejan la radiación solar al tiempo que tienden a destruir el ozono, por lo que tienen un ligero efecto de enfriamiento.

Adicionalmente, pueden influir en la formación y las propiedades de las nubes, relacionadas con el cambio climático.

No obstante de las emisiones descritas cabe destacar, tal y como describe el IDAE, el CO<sub>2</sub> que es un producto inherente a todo proceso de combustión, siendo uno de los causantes del efecto invernadero, responsable del calentamiento global de la atmósfera. Dos terceras partes de las emisiones totales de los seis gases contemplados en el Protocolo de Kioto corresponden, en España, a las emisiones de CO<sub>2</sub> de origen energético. En el año 2005, el transporte fue responsable de un 30% de estas emisiones de CO<sub>2</sub> en el país. El nivel real de emisión de CO<sub>2</sub> depende del rendimiento del vehículo y de su utilización. Las emisiones de este gas se reducen de manera significativa consumiendo menos combustible y, por tanto, aumentando la eficiencia energética de los viajes. [Fuente: *Guía de Vehículos Turismos de venta en España, con indicación de consumos y emisiones de CO<sub>2</sub> (IDAE, 2010)*]

Para conocer las emisiones de CO<sub>2</sub> que se produce durante el proceso de combustión se emplean tablas con los diferentes factores de emisión de los distintos combustibles, donde no se tiene en consideración las características físicas del motor, por lo que puede existir una pequeña variación respecto al dato real, aunque esto en términos medios suele ser despreciable, ya que se usan tablas con los factores medios de emisión:

| Descripción del tipo de combustible | Factor de emisión (tCO <sub>2</sub> /TJ)          | Valor calorífico neto (TJ/Gg)   | tCO <sub>2</sub> /tep |
|-------------------------------------|---|---------------------------------|-----------------------|
|                                     | <b>Directices del IPCC 2006 (excepto biomasa)</b> | <b>Directices del IPCC 2006</b> |                       |
| Petróleo bruto                      | 73,3  | 42,3                            | 3,1006                |
| Orimulsión                          | 76,9  | 27,5                            | 2,1148                |
| Líquidos de gas natural             | 64,1  | 44,2                            | 2,8332                |
| Gasolina                            | 69,2  | 44,3                            | 3,0656                |
| Queroseno                           | 71,8  | 43,8                            | 3,1448                |
| Aceite de esquisto bituminoso       | 73,3  | 38,1                            | 2,7927                |
| Gasóleo                             | 74  | 43                              | 3,1820                |
| Fuelóleo residual                   | 77,3  | 40,4                            | 3,1229                |
| Gas licuado del petróleo            | 63  | 47,3                            | 2,9799                |
| Etano                               | 61,6  | 46,4                            | 2,8582                |

|                                      |       |      |        |
|--------------------------------------|-------|------|--------|
| Nafta                                | 73,3  | 44,5 | 3,2619 |
| Alquitrán                            | 80,6  | 40,2 | 3,2401 |
| Lubricantes                          | 73,3  | 40,2 | 2,9467 |
| Coque de petróleo                    | 97,5  | 32,5 | 3,1688 |
| Materias primas de refinería         | 73,3  | 43   | 3,1519 |
| Gas de refinería                     | 51,3  | 49,5 | 2,5394 |
| Cera de parafina                     | 73,3  | 40,2 | 2,9467 |
| Aguarrás y alcohol industrial        | 73,3  | 40,2 | 2,9467 |
| Otros productos de petróleo          | 73,3  | 40,2 | 2,9467 |
| Antracita                            | 98,2  | 26,7 | 2,6219 |
| Carbón para coque                    | 94,5  | 28,2 | 2,6649 |
| Otros carbones bituminosos           | 94,5  | 25,8 | 2,4381 |
| Carbón subbituminoso                 | 96    | 18,9 | 1,8144 |
| Lignito                              | 101,1 | 11,9 | 1,2031 |
| Pizarras y arenas bituminosas        | 106,6 | 8,9  | 0,9487 |
| Aglomerado                           | 97,5  | 20,7 | 2,0183 |
| Coque de coquería y coque de lignito | 107   | 28,2 | 3,0174 |
| Coque de gas                         | 107   | 28,2 | 3,0174 |
| Alquitrán                            | 80,6  | 28   | 2,2568 |
| Gas de fábrica                       | 44,7  | 38,7 | 1,7299 |
| Gas de coquería                      | 44,7  | 38,7 | 1,7299 |
| Gas de alto horno                    | 259,4 | 2,5  | 0,6485 |
| Gas de convertidor al oxígeno        | 171,8 | 7,1  | 1,2198 |
| Gas natural                          | 56,1  | 48   | 2,6928 |
| Residuos industriales                | 142,9 | n.a. | --     |

|  |               |               |        |
|--|---------------|---------------|--------|
| Aceites usados                         | 73,3          | 40,2          | 2,9467 |
| Turba                                  | 105,9         | 9,8           | 1,0378 |
| Madera/residuos de madera              | 0             | 15,6          | 0      |
| Otros tipos de biomasa sólida primaria | 0             | 11,6          | 0      |
| Carbón de leña                         | 0             | 29,5          | 0      |
| Biogasolina                            | 0             | 27            | 0      |
| Biodiésel                              | 0             | 27            | 0      |
| Otros biocombustibles líquidos         | 0             | 27,4          | 0      |
| Gas de vertedero                       | 0             | 50,4          | 0      |
| Gas de lodos                           | 0             | 50,4          | 0      |
| Otros biogases                         | 0             | 50,4          | 0      |
|  | Otras fuentes | Otras fuentes |        |
| Neumáticos usados                      | 85            | n.a.          | --     |
| Monóxido de carbono                    | 155,2         | 10,1          | 1,5675 |
| Metano                                 | 54,9          | 50            | 2,7450 |

(Fuente: Decisión de la Comisión de 18 de julio de 2007 (Decisión 2007/589/CE) por la que se establecen directrices para el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero de conformidad con la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo [página 33]) y valores calculados por los autores.

Además de esta información, para el caso de la aviación estos datos fueron ampliados en la siguiente tabla.

| Descripción del tipo de combustible                 | Factor de emisión (tCO <sub>2</sub> /TJ)<br>Directrices del IPCC 2006 (excepto biomasa) | Valor calorífico neto (TJ/Gg)<br>Directrices del IPCC 2006 | tCO <sub>2</sub> /tep |
|---|---|--|-----------------------|
| Gasolina de aviación (AvGas)                        | 70  | 44,3   | 3,101                 |
| Gasolina para motores de reacción (Jet B)           | 70  | 44,3   | 3,101                 |
| Queroseno para motores de reacción (jet A1 o jet A) | 71,5  | 44,1   | 3,15315               |

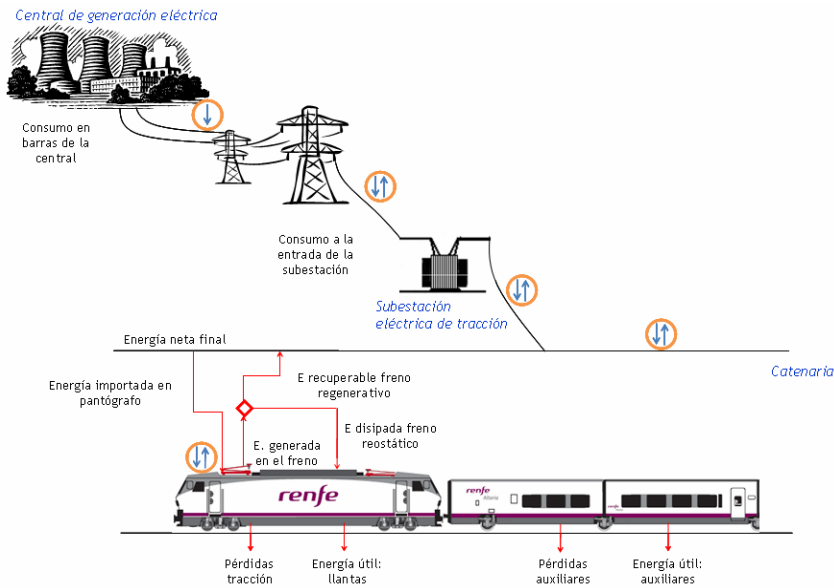
*(Fuente: Decisión de la Comisión de 16 de abril de 2009(Decisión 2009/339/CE) por la que se modifica la Decisión 2007/589/CE en relación con la inclusión de directrices para el seguimiento y la notificación de emisiones y datos sobre las toneladas-kilómetro resultantes de la actividad de la aviación [página 18]) y valores calculados por los autores.*

Con los datos de estas tablas, y conocida la cantidad de combustible consumido en un trayecto, se deduce automáticamente las emisiones de CO<sub>2</sub> producidas en ese recorrido.

### **3.2.- Transportes sin combustión**

En cuanto a la tracción eléctrica, en el caso del ferrocarril, las pérdidas de energía y emisiones, antes de llegar al vehículo (es decir, al pantógrafo del tren) dependen del nivel de tensión de electrificación de la línea ferroviaria, siendo muy diferente entre el caso de la electrificación en 2 x 25 kV (3,5 %) y la electrificación de 600 kV en continua (29,2 %).

### **Figura X. Ciclo de generación y distribución eléctrica**



Fuente: Elaboración propia

Las pérdidas de energía y emisiones también dependen del *mix de generación* del país en cuestión y del año de que se trate.

En la tabla se recogen las pérdidas de energía según el tipo de electrificación.

**Tabla x. Índices de pérdidas conjuntos antes de llegar al tren (distribución / transporte / catenaria)**

|                                   | Coeficiente de pérdidas en Distrib + Transp | Coeficiente de pérdidas en Red Ferroviaria | Coeficiente de pérdidas Total |
|-----------------------------------|---|--|-------------------------------|
| <b>2x25kV CA</b>                  | 101,2%                                      | 102,2%                                     | 103,5%                        |
| <b>1x25kV CA</b>                  | 102,3%                                      | 103,5%                                     | 105,9%                        |
| <b>3.000V CC (Cercanías)</b>      | 105,9%                                      | 105,6%                                     | 111,8%                        |
| <b>3.000V CC (tráfico normal)</b> | 105,9%                                      | 106,0%                                     | 112,2%                        |
| <b>1.500V CC</b>                  | 105,9%                                      | 110,1%                                     | 116,6%                        |
| <b>750V CC</b>                    | 105,9%                                      | 118,2%                                     | 125,2%                        |
| <b>600V CC</b>                    | 105,9%                                      | 122,0%                                     | 129,2%                        |
| <b>Oleoducto</b>                  | 105,9%                                      | --   | 105,9%                        |
| <b>Gasoducto</b>                  | 104,1%                                      | --   | 104,1%                        |

Fuente: Pilo, E. (2008)

En el caso de transporte por tubería, los coeficientes de pérdidas de energía son de 105,9 para los oleoductos, y de 104,1% para los gasoductos, alimentados a menos tensión.



Las emisiones de CO<sub>2</sub> en la producción de energía eléctrica son valores variables en función del *mix de generación* del país, este valor puede presentar grandes diferencias en función del tipo de energía empleada en la producción de ese año, ya que energías como la hidroeléctrica, la eólica y la fotovoltaica no producen emisiones de este gas, mientras que la generación mediante transformación térmica, ya sea con carbón, biomasa o cualquier otro combustible, sí presentan emisión de este gas.

**Tabla x. Origen de la electricidad en España. Porcentaje de cada tecnología de generación**

| Año  | Hidráulica | Nuclear | Carbón | Fuel | Ciclo combinado | Eólica | Otros |
|------|------------|---------|--------|------|-----------------|--------|-------|
| 2006 | 9,34       | 22,19   | 24,36  | 2,18 | 23,43           | 8,35   | 10,18 |
| 2007 | 9,4        | 19,7    | 25,8   | 0,8  | 24,4            | 9,4    | 10,4  |
| 2008 | 7,5        | 20,6    | 16,1   | 0,8  | 31,8            | 10,8   | 12,4  |
| 2009 | 8,8        | 19,5    | 12,5   | 0,8  | 29,0            | 13,4   | 16,0  |

Fuente: WWF Adena. Observatorio de la Electricidad. Sistema Peninsular

El factor de emisión de CO<sub>2</sub> del sistema de generación de electricidad español oscila de año en año, aunque tiene una tendencia decreciente, estando en 2009 en 233 g/kWh.

**Tabla x. Emisiones correspondientes a la generación de electricidad**

| Emisiones por cada kWh generado (g/kWh) |                 |
|---|-----------------|
| Año                                     | CO <sub>2</sub> |
| 1998                                    | 349             |
| 1999                                    | 396             |
| 2000                                    | 401             |
| 2001                                    | 357             |
| 2002                                    | 406             |
| 2003                                    | 357             |
| 2004                                    | 351             |
| 2005                                    | 372             |
| 2006                                    | 335             |
| 2007                                    | 343             |
| 2008                                    | 278             |
| 2009                                    | 233             |

|       |     |
|-------|-----|
| Media | 348 |
|-------|-----|

Fuente: Pilo, E. et al. (2008) actualizado por los autores

#### **4.- Desarrollo de una fórmula homogénea de cálculo del consumo de energía y emisiones de CO<sub>2</sub> de cada medio de transporte: definición de los indicadores**

Dependiendo de los destinatarios y la finalidad de los resultados de consumo y emisiones puede ser interesante emplear diferentes indicadores. Distinguimos dos propósitos generales:

1. Información a los usuarios del transporte del consumo y emisiones asociadas a su viaje, para que puedan emplearlos como un criterio más a la hora de seleccionar un modo de transporte y hacerles partícipes de su contribución al cambio climático.
2. Comparación multimodales, o entre vehículos de un mismo modo.

En el primer caso, el viajero no se verá afectado el consumo por viajero por factores como la ocupación del vehículo o la configuración del mismo, pero si por la comodidad del asiento, en vehículos con distintas clases.

En el segundo caso, para un adecuado análisis de los resultados de consumo y emisiones, es necesario identificar las diferencias entre los resultados (consumos específicos) de dos modos o de dos vehículos o de dos infraestructuras. Estas diferencias se pueden agrupar según la siguiente clasificación:

1. Diferencias debidas al distinto consumo de energía final atribuibles a la tecnología de un modo de transporte o de un vehículo. (Diferente consumo en llanta rueda o ala, por kilómetro, de los vehículos que se comparan).
2. Diferencias que se deben a distintos rendimientos de los motores o desiguales pérdidas en el flujo energético desde el yacimiento o fuente primaria hasta su uso final.
3. Diferencias debidas a la eficiencia energética del tamaño, la forma o la masa del vehículo; es decir, a las diferencias de superficie útil o toneladas de capacidad en un vehículo de la misma masa, forma y tamaño.
4. Diferencias atribuibles a los diversos factores de homogenización: distinta densidad de plazas por metro cuadrado, diferente aprovechamiento, o índice de vacíos, o diferencias de recorrido entre los mismos puntos.

Es importante aclarar que el valor absoluto de consumo de un mismo vehículo es poco sensible a las variaciones del factor de utilización, salvo para el caso de la aviación, ya que es el único modo de transporte que requiere ejercer un esfuerzo adicional para sustentarse por sí solo durante la acción del transporte, por ese motivo aunque se

estiman valores medios de consumo energético, deberá tenerse en consideración que estos consumos serán distintos según la carga.

#### **4.1.- Determinación de los consumos relevantes**

En general, se analizarán los consumos específicos, porque ofrecen más información y son más útiles a la hora de comparar y analizar. Por otra parte, conociendo los valores específicos, y multiplicando por la cantidad de oferta real, se obtiene el valor absoluto. El valor absoluto de por sí ofrece en general poca información relevante para el análisis y toma de decisiones. Sólo puede ser útil en algunos casos para análisis estadísticos inductivos.

En cuanto a las unidades de medida de los consumos, hace falta escoger unidades de:

- Consumo de energía primaria (pudieran ser, por ejemplo, toneladas equivalentes de petróleo, litros de carburante, kWh, etc.).
- Inductor del consumo (como pudieran ser plazas, plaza·km, viajeros, viajero·km, t·km, etc.).

Como unidad de los consumos de energía (tanto primaria como final) se recomienda el kWh, ya que resulta más comprensible e intuitivo.

Para una misma cantidad de energía final consumida por el vehículo pueden ser diferentes: la energía primaria, y las emisiones, según sea el vector energético empleado y el tipo de motor. Por ello, en la energía final deberá distinguirse según el tipo de energía o combustible del que provenga, así diferenciaremos entre consumo de energía eléctrica: (kWh<sub>e</sub>) consumo de gasolina expresado en kilovatios hora (kWh<sub>g</sub>), o de gasoil también en kilovatios hora (kWh<sub>d</sub>), etc.

#### **4.2.- Unidades de referencia del consumo específico**

Para elegir la unidad de referencia del consumo específico en el transporte de viajeros (que podría ser, por ejemplo: “viajero” “viajero.km”, “plaza·kilómetro”, “tonelada”, “tonelada.km”, etc.), podemos optar entre dos posibles alternativas:

- Emplear unidades de oferta (como “plaza” o “plaza·km”) que se relacionan con los costes del transporte; es decir, con los consumos de recursos, por lo que están más ligadas al consumo por cada unidad oferta.
- Emplear unidades de demanda o tráfico (por ejemplo, “Viajero” o “Viajero·km”). Estas unidades son las que suelen usarse en los estudios de hechos pasados.

En nuestra opinión, cada caso de estudio es diferente y requiere (según cuál sea su objetivo específico) el empleo de un divisor diferente, que puede ser de oferta o de demanda.

## Consumo por unidad de oferta

Las unidades a emplear para homogeneizar por oferta deberán ser la “plaza” o “plaza·km” (o “tonelada·km” de capacidad de carga ofertada en el caso del transporte de mercancías), puesto que el consumo de un vehículo en un kilómetro es prácticamente independiente del número de viajeros que empleen el vehículo en el recorrido considerado: no variará sensiblemente si el vehículo considerado circula con total ocupación o si se mueve vacío. Y dentro de las unidades de oferta, la unidad “plaza·km” (o “tonelada de capacidad·km”) parece preferible a la “plaza” (o a la “tonelada”), pues es una mejor medida del transporte realizado al tener en cuenta la distancia a la que se ha realizado el transporte. Una consideración especial a este supuesto se efectuará para el caso de la aviación comercial.

Así, el consumo debe abstraerse de los índices de ocupación de cada vehículo o de cada modo de transporte. En general y para un mismo servicio (excepto en el caso de la aviación comercial), un vehículo vacío consume prácticamente lo mismo que uno lleno. Por ello, debe medirse en “kWh/plaza.km” el lugar de “kWh/viajero.km o tonelada.km”.

En el caso del transporte de mercancías, la unidad de oferta será normalmente la tonelada de capacidad ofertada por kilómetro, pero en algunos productos de baja densidad (automóviles, paquetería), puede ser el metro cúbico·km u otra unidad equivalente.

## Consumo por unidad de demanda

Conociendo el consumo por unidad de oferta (plaza.km o tonelada.km), con el índice de aprovechamiento (viajeros.km/plaza.km), puede calcularse de forma inmediata el consumo por unidad de demanda, si fuera necesario

### NOTA:

Tanto para la función de oferta como para la de demanda, los elementos que entran en ella son:

- Para el caso del transporte de pasajeros,
  - el vehículo como unidad, describiendo sus capacidades físicas, y
  - las plazas reales ofertadas, o número de billetes que puede ser ofertado (**plaza<sub>real</sub>**), considerando además la ocupación para el caso de la demanda.
- Para el caso del transporte de mercancías
  - esta última unidad puede ser sustituida por la capacidad máxima de carga medida en toneladas (**t**) en el caso de transporte de productos densos (mineral, cereal, materiales de construcción,...) o unidades de superficie (**m<sup>2</sup>**) y volumen (**m<sup>3</sup>**) en transporte de productos ligeros (automóviles). En el caso de la función de demanda se usará la carga transportada real.

- Para cualquier transporte puede también considerarse
  - la longitud de la ruta, medida sobre plano en kilómetros (**km**) con cuenta kilómetros, y
  - la distancia ortodrómica (o distancia lineal entre los puntos origen y destino), medida en kilómetros ortodrómicos (**km<sub>orto</sub>**).

La consideración de esta última unidad permitirá además analizar la eficiencia de la red de infraestructuras.

### **Homogeneización de la oferta**

Aún empleando la unidad “plaza” o “plaza.km” hay un problema de homogeneidad, ya que el mismo vehículo (y por ello con el mismo consumo) puede tener diferente número de plazas (piénsese en los aviones, con muy diversas configuraciones del mismo modelo; o en un autobús que puede estar equipado con 55 plazas o con 35 si es de la clase *Supra*).

Además, si la comparación de los consumos se realiza por plaza.km sin corrección alguna, se está penalizando a las plazas normales frente a las plazas preferente en el caso de existir plazas de ambos tipos, de igual modo estarán penalizadas las plazas de un vehículo que además de pasajeros lleve carga si no se realiza la corrección oportuna.

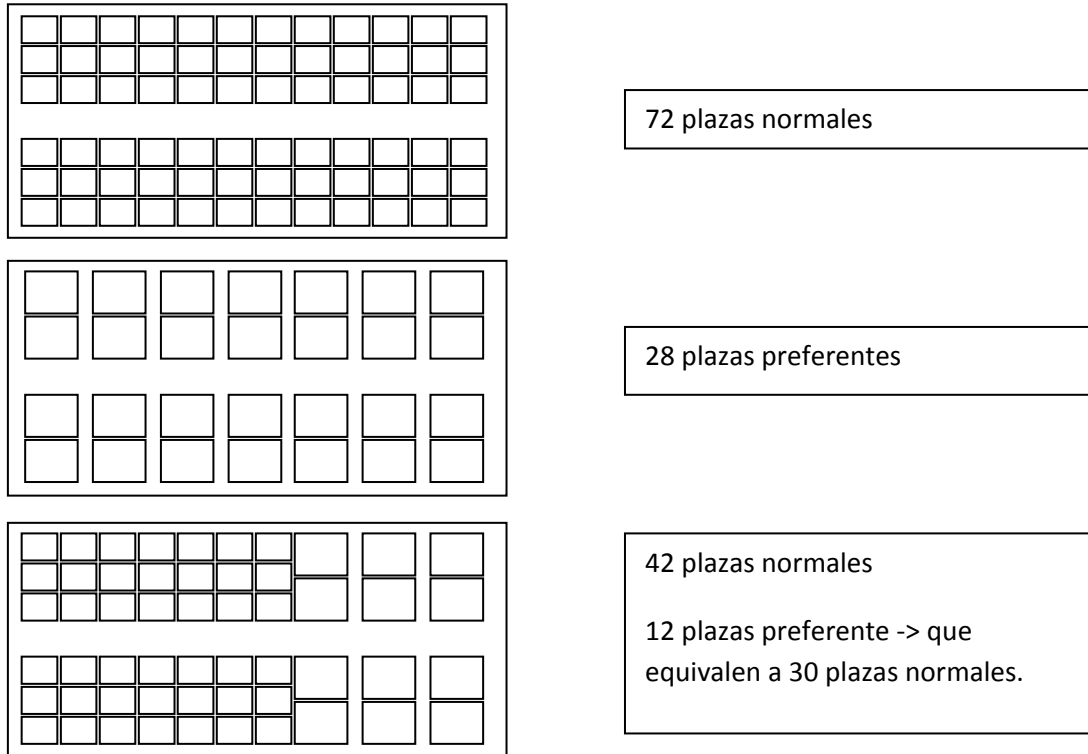
Por ese motivo se asimilará el concepto “plaza equivalente” cuando se ponderen las plazas preferente en función de plazas normales, y se considerará un “consumo de combustible equivalente” en el caso de ponderar los pasajeros con la carga.

Por ello es preciso definir una “plaza estándar” o “plaza equivalente”, para no discriminar a los modos u operadores por la diferente densidad de plazas.

### **Casos especiales: Transporte de pasajeros en clase turista (normal) y *business* (preferente)**

Las plazas más cómodas denominadas plazas *business* o plazas preferente ocupan un espacio mayor que el resto de las plazas normales o plazas turista, por lo que el consumo o las emisiones por plaza suelen ser mucho mayores. En el caso de existir en un mismo vehículo plazas de ambos tipos deberá ponderarse el valor de una plaza preferente en función de las plazas normales.

Ejemplo de ponderación:



Según este ejemplo el consumo de combustible y las emisiones de una plaza preferente serán 2,5 veces superiores a los de una plaza normal.

Este tipo de configuraciones de plazas preferentes y plazas normales en un mismo vehículo son frecuentes en el ferrocarril y en la aviación, siendo menos frecuente en el transporte por carretera.

### **Casos especiales: Transporte simultáneo de pasajeros y mercancías**

En algunos modos de transporte, como son la aviación y el transporte marítimo, se produce simultaneidad en el transporte entre pasajeros y mercancías, por tal motivo será necesario equiparar ambos pesos para poder repartir entre ambos el consumo de combustible y las emisiones.

Lo más fácil será equiparar los pasajeros a carga asimilando un peso medio por persona transportada y sumándole los servicios que sean necesarios para el transporte de pasajeros (asientos, equipos de seguridad...). Para el caso de la aviación se emplearán los datos de OACI según lo cual la carga de una aeronave queda definida por:

Carga total (t) =  $\left[ \frac{(N^{\circ}\text{pasajeros} \cdot 100\text{kg}) + (N^{\circ}\text{asientos} \cdot 50\text{kg})}{1000} \right] + \text{Peso carga (t)}$

<sup>(1)</sup> Peso carga incluye peso de la mercancía, peso del correo y peso de los pallets de transporte y demás envoltorios.

<sup>(2)</sup> En los 100kg por pasajero se incluye el peso del pasajero y de su equipaje transportado.

<sup>(3)</sup> En los 50kg por asiento se incluye el peso del asiento, el peso de los elementos de seguridad, y el peso de todos los equipamientos necesarios para el transporte de pasajeros.

#### 4.3.- Homogeneización de la función de consumo

En síntesis, conocido el consumo por vehículo-kilómetro de un determinado modo, la función de consumo se homogeneizará de la forma siguiente:

- **Consumo en función de la oferta**

$$\frac{\text{Consumo}}{\text{capacidad.km - orto}} = \frac{\text{Consumo}}{\text{Vehículo.distancia real}} \times \frac{1}{\frac{\text{capacidad}}{\text{vehículo}}} \times \frac{\text{distancia real}}{\text{distancia orto}}$$

Capacidad será igual a número de plazas (equivalentes en el caso de coexistencia de plazas normales y plazas preferente) o cantidad de mercancías.

- **Consumo en función de la demanda**

$$\frac{\text{Consumo}}{\text{viajero.km - orto}} = \frac{\text{Consumo}}{\text{Vehículo.distancia real}} \times \frac{1}{\frac{\text{plazas}}{\text{vehículo}}} \times \frac{\text{distancia real}}{\text{distancia orto}} \times \frac{\text{plazas}}{\text{viajeros}}$$



$$\frac{\text{Consumo}}{\text{tn.km - orto}} = \frac{\text{Consumo}}{\text{Vehículo.distancia real}} \times \frac{1}{\frac{\text{tn posibles}}{\text{vehículo}}} \times \frac{\text{distancia real}}{\text{distancia orto}} \times \frac{\text{tn posibles}}{\text{tn transportadas}}$$

En ambos casos el consumo deberá ponderarse si coexisten transporte de mercancías y de pasajeros, siendo el consumo total la suma del consumo atribuido a los pasajeros y el atribuido a la mercancía.

De esta forma, se podrían llegar a establecer diferentes indicadores según el tipo de comparación que queramos efectuar.

#### **4.4.- Homogeneización de la función de emisión**

En síntesis, las emisiones se obtendrán a partir de la energía primaria en el caso de combustibles fósiles o la medida en barras de la central para el caso de tracción eléctrica, conocido el factor de emisión correspondiente. La energía primaria se puede calcular a partir de la suministrada al vehículo incorporando las pérdidas y la energía inicial se calcula a partir de la energía final que se le suministra al vehículo.

$$\text{Emisiones} = E. \text{ inicial} * \text{Factor emisión} = (E.\text{final} + \text{Perdidas}) * \text{Factor emisión}$$

## **Capítulo 5.- Medidas desarrolladas y por desarrollar hacia la consecución de un modelo de movilidad sostenible**

### **1.- Movilidad y desarrollo sostenible: ineficiencia del sistema actual de movilidad**

Podemos decir sin temor a equivocarnos que los actuales esquemas de movilidad no garantizan los desplazamientos de personas y mercancías de una forma razonablemente eficiente y segura aún cuando las sociedades modernas tienen una fuerte dependencia del transporte.

Los ciudadanos necesitan los transportes para poder acceder a un empleo, salir de compras, ir al colegio y desplazarse pero de igual forma las empresas necesitan el transporte para producir y suministrar bienes y servicios en todo el mundo.

Durante los dos últimos siglos el progreso tecnológico del sector del transporte ha permitido que aumenten de forma considerable las distancias que pueden recorrerse fácilmente a precios asequibles y ampliar la gama de bienes y servicios, y los modos de vida por los que puede optar un ciudadano pero no han desarrollado los patrones de movilidad de una manera inteligente con un uso eficiente de la energía, minimizando los impactos ambientales y ofreciendo una mejor calidad de vida.

Los patrones de movilidad se han creado para el vehículo privado. Este, ha ido adquiriendo un peso cada vez mayor en el reparto modal produciendo como consecuencia problemas sociales, ambientales y económicos fundamentalmente en las ciudades. Podría decirse que la movilidad hasta la fecha se ha diseñado entorno a una máquina ineficiente desde el punto de vista de rendimiento energético y claramente sobredimensionada para los desplazamientos urbanos, que además genera importantes distorsiones ambientales y sociales. El coche y el uso que de él hacemos podemos considerarlo como el responsable principal de la degradación de la calidad ambiental del espacio público y de la ciudad.

Cuatro de cada cinco europeos viven en ciudades y su calidad de vida depende directamente del estado del entorno urbano, siendo este motivo de una inquietud cada vez mayor dado que los retos ambientales a que se enfrentan las ciudades, tienen importantes repercusiones en la salud y en la calidad de vida de sus habitantes.

Los estudios epidemiológicos han demostrado que las emisiones del transporte privado, público y de mercancías por carretera son causa de enfermedades como la bronquitis crónica y el enfisema y del deterioro de la calidad de vida, especialmente de los habitantes de zonas urbanas, que representan más del 75 % de los ciudadanos europeos. A estos efectos, debemos sumarle los perjuicios que el ruido del tráfico provoca en la salud tanto de carácter auditivo como extra auditivo.

Así pues, partiendo de la base de que las pautas de movilidad están íntimamente ligada a las pautas de uso del suelo, uno de los principios básicos de las políticas de movilidad, es que para conseguir el bienestar de los ciudadanos, estos deben implantarse en el marco de unos planes y políticas territoriales y urbanísticas que coordinen la localización de los distintos usos del suelo y las necesidades de transporte, desde una perspectiva de la eficiencia energética reduciendo las necesidades de movilidad obligada de los ciudadanos, contribuyendo a la cohesión social y reduciendo al máximo los efectos negativos sobre el medio ambiente y la salud de los ciudadanos.

## **2.- Necesidad de potenciación de la I+D+i en el diseño de un transporte sostenible.**

En la actualidad la movilidad tanto de los trabajadores y las trabajadoras a sus centros de trabajo como de las mercancías constituye un bien básico fundamental que determina de forma importante el progreso de una sociedad.

La demanda de movilidad aumenta en la medida que aumenta nuestra población mundial, los núcleos urbanos se extienden y las distancias a recorrer diariamente entre el centro de trabajo y el domicilio del trabajador se van incrementando exponencialmente a medida que aumenta la población y en consecuencia los núcleos urbanos.

En este escenario, en el que el aumento de la movilidad implica un aumento de energía de las denominadas no renovables, debido a que el desarrollo de las nuevas tecnologías en este sector, se encuentra todavía en una fase muy inicial, la sostenibilidad pasa a tener un papel protagonista que dependerá fundamentalmente de nuestra capacidad para generar nuevas tecnologías que reduzcan las emisiones contaminantes y el consumo de petróleo.

De esta forma el sector del transporte es un sector clave para nuestra economía y su ubicación estratégica es indiscutible hoy en día, por lo que la competitividad de este sector es fundamental desde un doble punto de vista, el primero de ellos se refiere a la seguridad en cuanto a la necesidad de garantizar el servicio y la segunda de ellas es la relativa al coste- sostenibilidad-eficiencia de este.

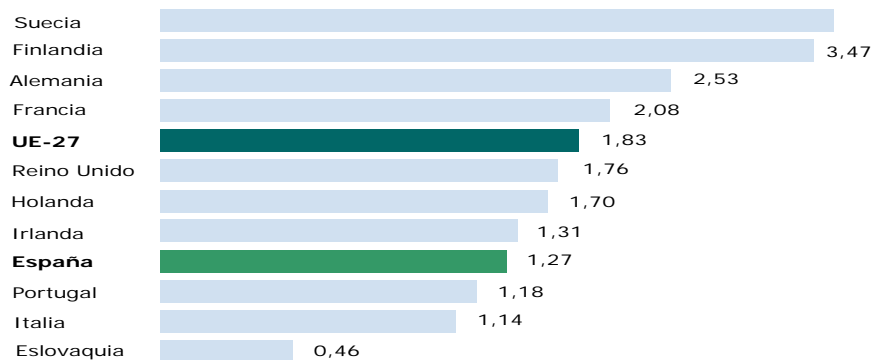
Ambos casos pasan por la aplicación de las nuevas tecnologías al sector del transporte, de forma que a través de los adelantos que se vienen obteniendo en el campo de la I+D+i se asegure el suministro, a la vez que se gane en eficiencia y se aumente la competitividad.

La pérdida de competitividad de la economía española está directamente relacionada con la debilidad de nuestros sistemas de innovación, lastrados por una escasa tradición investigadora, que se muestra incapaz de abastecer con desarrollos tecnológicos avanzados la demanda potencial de los sectores productivos, que siguen optando por la adopción de tecnologías extranjeras.

Nuestro sistema de innovación ha estado caracterizado por un insuficiente esfuerzo inversor en I+D (la mitad de la media comunitaria en relación sobre el PIB, insuficiente número de investigadores, escasez de medios disponibles para llevar a cabo investigación científica ,...

**INVERSIÓN EN I +D EN PORCENTAJE DEL PIB**

Año 2007 (excepto Italia y Reino Unido, 2006)



Fuente: Eurostat

Por esta razón y al objeto de fomentar el desarrollo y la modernización de los sectores industriales, desde el marco de la “Declaración para el Diálogo Social 2004: competitividad, empleo estable y cohesión social”, la Unión General de Trabajadores como organización sindical firmó junto a Comisiones Obreras, la Confederación Española de Organizaciones Empresariales y la Confederación Española de la Pequeña y Mediana Empresa, un Acuerdo Marco por el que se establece un mecanismo estable de colaboración para el fomento del desarrollo y modernización de los sectores industriales.

Desde la Secretaría de Innovación e Industria de la Unión General de Trabajadores somos conscientes de la importancia de la labor desarrollada en torno al análisis de los sectores industriales, por eso queremos resaltar la puesta en marcha de los que son hoy en día, diez observatorios industriales que se corresponden con sectores en el que se toman en consideración diversos factores de importancia estratégica para nuestra economía. En este sentido el sector de automoción es una pieza fundamental y tractora del tejido industrial de los países desarrollados, que da paso a la necesidad de aumentar la transferencia de conocimiento a este respecto, así como de

incrementar las actividades de I+D+i realizadas en España en las áreas de interés de la Estrategia Española de movilidad Sostenible (EEMS).

Los Observatorios industriales son una herramienta para la política industrial en sí mismos y juegan un papel fundamental por su efectividad como foro de encuentro permanente del sector correspondiente.

En lo que se refiere a desarrollo del transporte en nuestro país, debemos traer a colación a uno de los sectores determinantes en lo que a desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías se trata y en consecuencia a generación de empleo con mayor valor añadido.

En este sentido, queremos referirnos al sector de automóviles y camiones al considerarlo clave para el desarrollo del transporte en nuestro país, este sector junto al de fabricantes de equipos y componentes para la automoción, está caracterizado por la utilización de la I+D+I como estrategia competitiva. Es altamente innovador, con modelos de negocio y cadenas de valor en constante evolución, muy globalizada, dinámica y concentrada en determinadas áreas a nivel nacional.

Debemos ser conscientes de la necesidad de diseñar políticas industriales y de medio ambiente que favorezcan inversiones de mayor nivel tecnológico, contemplando medidas que contribuyan a evitar deslocalizaciones, así como reestructuraciones injustificadas. Para ello, es necesario propiciar la participación de los interlocutores sociales en las políticas horizontales e impulsar análisis detallados de los sectores industriales mediante observatorios específicos. Y, junto a ello, se proponen abordar el desarrollo de los compromisos y las consecuencias sobre la actividad productiva y el empleo del Protocolo de Kioto.

En este sentido los avances que podemos destacar son:

- Reducción del peso de los vehículos:
  - Incremento de la potencia específica de los motores.
  - Mayor empleo de metales de menor peso como el aluminio.
- Avances en la hibridación de los automóviles (desde el básico star-stop hasta la hibridación completa que permite el desplazamiento en modo eléctrico puro).
- Sistemas de recomendación del cambio de marcha.
- Mejoras de la eficiencia del ciclo termodinámico:
  - Inyección directa para los ciclos Diesel y Otto.
  - Common Rail (Diesel).
  - Inyección en etapas.
  - Atomización y mezcla combustible-comburente optimizadas.
  - Empleo de los ciclos Atkinson y Miller.
- Desarrollo de sistemas de tratamiento de los gases de escape.
  - Gasolina
    - Catalizador de tres vías para los gases de escape (reducción del CO y los HC).
  - Gasóleo
    - Recirculación de gases de escape (reducción de los NOx)
    - Filtro de partículas
    - Catalizadores de oxidación

- Apoyar la investigación y el desarrollo innovador de materiales y soluciones tecnológicas.

Aún así los rendimientos térmicos obtenidos son muy bajos y el empleo de combustibles “sucios” complica el tratamiento de las emisiones.

Es por ello que se podría contemplar como alternativa contrastada y de amplia difusión en otros países el empleo del gas natural comprimido (GNC) y los GLP.

### ACTUACIONES E IMPLICACIONES PARA EL SECTOR DE AUTOMÓVILES Y CAMIONES DE LA ESTRATEGIA ESPAÑOLA DE MOVILIDAD SOSTENIBLE

La Estrategia Española de Movilidad Sostenible (EEMS) fue aprobada el 30 de abril de 2009 con las características generales de reducir el consumo energético y las emisiones de carbono, y recoger propuestas para que Administraciones, empresas, agentes sociales y ciudadanos adopten acciones que hagan que el modelo actual sea más eficiente y sostenible.

Esta se estructura en cinco grandes áreas de actuación, que se desglosan en 48 medidas, de las cuales tienen relación e implicación industrial con el Sector de Fabricantes de Automóviles y Camiones bien directa o bien indirecta (en razón de los objetivos de algunas medidas) las siguientes:

- Territorio, planificación del transporte y sus infraestructuras: Plataformas logísticas y Sistemas inteligentes de transporte.
- Cambio climático y reducción de la dependencia energética: Vehículo limpio y eficiente, Nuevas tecnologías en los sistemas de tracción y motores, y combustibles alternativos, Biocarburantes y Etiquetado energético.
- Calidad del aire y ruido (esta área se analiza en su conjunto).
- Seguridad y salud: Mejora de la seguridad vial.
- Gestión de la demanda: Promover en el ámbito de la UE una fiscalidad que favorezca comportamientos ambientalmente sostenibles y Apoyo a la promoción de la introducción de consideraciones de sostenibilidad en la fiscalidad sobre vehículos y carburantes en el ámbito de la Unión Europea.

Los objetivos de la EEMS y las propias medidas de actuación están en consonancia con otras estrategias europeas, las directivas europeas y otras normativas de emisiones, ruido, seguridad, etc., así como con las estrategias de las empresas del sector a nivel europeo o los Programas Marco de Investigación de la Unión Europea. La EEMS complementa de forma específica en cuanto a la movilidad sostenible los objetivos generales de otras estrategias españolas, como la Estrategia de Ahorro y

Eficiencia Energética, la Estrategia Española de Desarrollo Sostenible, la Estrategia Española de Calidad de Aire, junto con las correspondientes leyes: Calidad de Aire (34/2007), Ruido (37/2003) o los borradores de leyes de Eficiencia Energética y Energías Renovables, Economía Sostenible, y Movilidad Sostenible.

### Implantación en el sector de fabricantes de Equipos de automóviles y camiones de políticas medioambientales

En un aspecto global, la aprobación de la EEMS supone en relación al Sector de Fabricantes de Automóviles y Camiones una oportunidad para, en primer lugar, dar a conocer los desarrollos realizados hasta la fecha en línea con los objetivos de movilidad sostenible, y en segundo lugar, orientar aún más y potenciar dichos desarrollos en un contexto estratégico global.

Se requiere un esfuerzo conjunto de todos los actores en el proceso, empresas del sector, empresas suministradoras, empresas de otros sectores, agentes de I+D, Centros Tecnológicos, Universidades y OPIs, para desarrollar productos que satisfagan mejor dichos objetivos de movilidad sostenible más allá de los aspectos regulados por normativas.

La Administración tiene a su vez el papel de promover y ayudar en la realización de esos desarrollos, además de otros papeles relacionados con la difusión o las campañas de promoción del uso de determinados vehículos, carburantes, sistemas de comunicaciones, etc., la normalización y estandarización, la implantación de infraestructuras, la compra de vehículos respetuosos con el medio ambiente, etc.

Por otro lado, la consideración de la necesidad de impulsar estudios en profundidad de las características y retos a los que se enfrentan nuestros sectores industriales, hace de los observatorios industriales, una herramienta muy valiosa, a la hora de poner en práctica medidas encaminadas al fortalecimiento de la industria.

Cada vez se hace más latente la preocupación de estos sectores por fabricar productos que no sean contaminantes y minimicen el impacto ambiental de los vehículos, debido a la gran presión en materia de medio ambiente a la que se ve sometido. Y en este sentido queremos poner de manifiesto el compromiso de los sindicatos y los trabajadores por la sostenibilidad y el respeto al medio ambiente, para lo que la industria del automóvil está realizando un gran esfuerzo en I+D+i.

Fuente: Conclusiones del Observatorio industrial del sector de fabricantes de automóviles y camiones. Año 2009



### 3. Marco Político-Institucional

Según el CESE (2009/C 175/08) los transportes y la energía constituyen un binomio indisociable para la competitividad, el desarrollo, el bienestar y la cohesión social, este hecho se contextualiza además en un entorno de escasez de la oferta energética europea e inestabilidad de la oferta exterior, provocando fluctuaciones de precios, la situación se agrava si tenemos en cuenta que nuestro país tiene un 80% de dependencia energética, por tanto nuestro abastecimiento sigue las normas de juego que le viene marcadas desde fuera.

Este mismo organismo insiste en el hecho de que el mantenimiento del modelo social europeo pasa por abordar todas estas cuestiones, ya que su encarecimiento a largo plazo repercute en la vida de las personas, afectando a empresas, trabajadores, a la movilidad y al empleo en general.

El Sexto Programa de Acción Comunitario en materia de Medio Ambiente instaba a que se elaborara una estrategia temática para el medio ambiente urbano con el fin de *“contribuir a una mejor calidad de vida mediante un enfoque integrado centrado en las zonas urbanas”* y de hacer posible *“un alto nivel de calidad de vida y bienestar social para los ciudadanos proporcionando un medio ambiente en el que los niveles de contaminación no tengan efectos perjudiciales sobre la salud humana y el medio ambiente y fomentando un desarrollo urbano sostenible”*.

De igual manera analizando el objetivo general de la Estrategia Revisada de la UE para un Desarrollo Sostenible *“determinar y elaborar medidas que permitan a la UE mejorar continuamente la calidad de vida para las actuales y futuras generaciones mediante la creación de comunidades sostenibles capaces de gestionar y utilizar los recursos de manera eficaz y aprovechar el potencial de innovación del medio ambiente y la cohesión social”* encontramos que el desarrollo sostenible de las ciudades, es clave para su aplicación dado el amplio porcentaje de personas que se concentran en ellas.

Así, desde el ámbito europeo, la iniciativa más destacada en materia de movilidad hasta la fecha, es la aprobación por parte de la Comisión Europea del Plan de Acción que desarrolla el Libro Verde: *Hacia una nueva cultura de la movilidad urbana*, documento preparatorio de lo que la propia Comisión ha denominado una *“verdadera política europea de movilidad urbana”*, estableciendo un nuevo modelo que reconcilie el desarrollo económico de las ciudades y su accesibilidad con la mejora de la calidad de vida y la protección del medio ambiente.

Es este nuevo paradigma, que desde su título se postula, lo que constituye la principal aportación de este Libro Verde, en el que de forma decidida se defiende la necesidad de reformular el sistema de movilidad en las áreas urbanas, situando la ciudadanía en el foco de su desarrollo.

En España, jurídicamente el transporte sostenible conlleva una configuración complicada, fruto de la confluencia entre la regulación en materia de transporte y la medioambiental, que implica la sostenibilidad de este.

Nuestra actual configuración política territorial recogida en nuestra Carta Magna, supone tener en cuenta que existe un reparto competencial a la hora de asumir políticas en material de transporte, entre Estado y Comunidades autónomas, aunque han sido muchos los problemas de atribución de competencias en las que ha sido necesaria la intervención del Tribunal Constitucional.

De otro lado la Administración Central a través Art. 149.1.23 CE tiene la competencia exclusiva en materias de legislación básica sobre protección del medio ambiente, sin perjuicio de las facultades de las Comunidades Autónomas de establecer normas adicionales de protección. y, por último la competencia local emana del Art. 25.2.f) de la Ley 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las Bases del Régimen Local, contemplando que una de las competencias de los municipios en los términos de la legislación del Estado y de las Comunidades Autónomas es, la protección del medio ambiente.

Es precisamente el Tribunal Constitucional a lo largo de su jurisprudencia, el que marca las bases para configurar el criterio territorial, que pasa a ser un elemento esencial en el sistema de distribución de competencias de transportes terrestres, ejemplo de este criterio son las siguientes sentencias que optan por tomar como punto de referencia el que los itinerarios se desarrollen o no íntegramente en el territorio de la Comunidad Autónoma (SSTC 37/1981, 97/1983, 57/1984, 86/1988, 180/1992, 118/1996). Así pues, las Comunidades Autónomas pueden asumir competencias en los supuestos en que el transporte no trascienda de las mismas, cualquiera que sea la infraestructura sobre la que discurran.

La creciente necesidad de apostar por una regulación que vincule transporte y sostenibilidad medioambiental ha dado paso a un gran abanico de textos legales. El transporte sostenible ha dado paso a un proceso doctrinal de juridificación al objeto de configurar una protección completa y con garantías que de paso a un crecimiento sostenible del sector integrando las necesidades medioambientales que han ido manifestándose a lo largo de los años.

En el campo de los documentos políticos o estratégicos desarrollados en España, la más reciente política que considera la movilidad sostenible, es el proyecto de Ley de Economía Sostenible, que dedica precisamente un capítulo a “Transporte y movilidad sostenible” y contiene significativas orientaciones políticas y normativas al respecto.

Además de la Ley de Economía sostenible, encontramos otra serie de documentos estratégicos destacables que desarrollan de manera directa o indirecta planes y programas para el desarrollo de una movilidad sostenible como son:

- Estrategia Española de Desarrollo Sostenible.

Identifica el desarrollo de Planes de Movilidad Sostenible como medida necesaria para la mejora de la movilidad en áreas urbanas y metropolitanas

- Estrategia Española de Medio Ambiente Urbano.

Tiene como objetivo la creación de una nueva cultura de la movilidad en la que se incorporan las variables ambientales.

- Estrategia Española de Movilidad Sostenible. Estructura su acción en torno a cinco áreas:

1. Territorio, planificación del transporte y sus infraestructuras: El objetivo es mejorar la integración de la planificación territorial y urbanística con la de transporte, desarrollando mecanismos de coordinación y cooperación administrativa, especialmente en los ámbitos urbanos. Para ello, las directrices generales de actuación son:
2. Lucha contra el cambio climático y reducción de la dependencia energética: con objeto de contribuir a la reducción necesaria de las emisiones procedentes del sector del transporte para la consecución del objetivo nacional de reducción de las emisiones totales de GEI en España, la EEMS prevé las siguientes directrices generales de actuación:
3. Mejora de la calidad del aire y reducción del ruido: en esta área, el objetivo es conseguir la mejora de la calidad del aire, en especial en el ámbito urbano, mediante la disminución de los niveles de concentración de los contaminantes atmosféricos, así como evitar la superación de los estándares de ruido. Las directrices generales de actuación para ello son:
4. Mejora de la seguridad y salud: se persigue la mejora integral de la seguridad en todos los modos de transporte y la seguridad vial, reduciendo los riesgos de accidentes, tanto los propiamente ligados a los ciudadanos en general como los accidentes laborales (en misión e *in itinere*), y aumentando la protección de las personas, los bienes transportados y las instalaciones del transporte frente a actuaciones ilícitas. Para ello, se seguirán las siguientes directrices generales de actuación:
5. Gestión de la demanda: es este un área de trabajo de carácter horizontal que está al servicio de gran parte de los restantes objetivos cuya meta es racionalizar la demanda en la utilización de los diferentes modos de transporte aportando los adecuados incentivos a los diferentes agentes, de manera que tanto los operadores de transporte como los usuarios finales ajusten sus decisiones y preferencias individuales en sintonía con el interés general. Las directrices generales que guiarán la actuación en este ámbito son:

- Plan Nacional de Accesibilidad 2004-2012

El enfoque de supresión de barreras urbanísticas y de acceso a los medios de transporte supone favorecer los desplazamientos peatonales y hacer más atractivo el transporte colectivo, además de hacer más equitativa la movilidad. Legislación de accesibilidad y supresión de barreras en el urbanismo y los medios de transporte.

A nivel autonómico hay que hacer referencia a las leyes desarrolladas por Cataluña y el País Vasco:

- Ley 9/2003 de 13 de junio, de la Movilidad de Cataluña, cuyo objeto es *“establecer los principios y objetivos a los que debe responder una gestión de la movilidad de las personas y del transporte de las mercancías dirigida a la sostenibilidad y la seguridad, y determinar los instrumentos necesarios para que la sociedad catalana alcance dichos objetivos y para garantizar a todos los ciudadanos una accesibilidad con medios sostenibles”*.

Ley 2/2006, de 30 de junio, de Suelo y Urbanismo de la Comunidad Autónoma del País Vasco, la cual tiene la movilidad sostenible como uno de sus principios rectores

Pero aún a pesar de las estrategias y declaraciones no se aprecian avances significativos en relación a la sostenibilidad urbana dado que aún nos encontramos con modelos de desarrollo en las ciudades con importantes déficits de sostenibilidad en relación con: la movilidad, la expansión urbana, los requerimientos energéticos, el consumo de recursos, la complejidad y mezcla social.

Por tanto, resulta evidente que se precisa de una coordinación entre los diferentes niveles territoriales en materia de transporte sostenible, de forma que se garanticen unos principios básicos como la solidaridad, la cooperación y el desarrollo sostenible. Generándose una verdadera respuesta racional que a través de una normativa adaptada a los tiempos actuales sea capaz de abrir el camino de la innovación tecnológica como motor de un transporte más respetuoso con el medio ambiente y generador de bienestar social.

#### **4.- Acciones político-institucionales a desarrollar**

En definitiva, no hay soluciones mágicas de movilidad, sino oportunidades para avanzar hacia la movilidad sostenible. Es decir, oportunidades para dar una respuesta sensata a las principales necesidades de desplazamiento de personas y mercancías derivadas del modelo social, territorial y económico vigente.

Muchos programas y políticas de carácter público han contribuido a impulsar la demanda de desplazamientos y viajes cada vez más numerosos y con destinos más lejanos. Las comunidades locales pierden cohesión a medida que los servicios locales

son sustituidos por otros situados en zonas más distantes y los habitantes pierden el contacto con sus vecinos.

Como ya dijimos, lograr un transporte más sostenible se requiere la adopción de estrategias y políticas integradas de transporte y uso del suelo, reorganizando escuelas, hospitales y otros servicios públicos además de generar sistemas de transporte eficientes, eficaces y sostenibles contribuyen en gran medida a la competitividad de las ciudades.

Aún sabiendo que no existen modelos urbanos perfectos que puedan alterar radicalmente las tendencias, existen medidas que pueden paliar la actual insostenibilidad de las ciudades incidiendo sobre todo en el planeamiento urbano, el urbanismo y la ordenación del territorio de forma que se pueda favorecer la implantación de formas más sostenibles de transporte, consumo de energía y ocupación innecesaria de suelo. Que redunden en una mejora directa de calidad del aire y por lo tanto de la calidad de vida de los ciudadanos.

Desde los documentos provenientes de distintos campos científicos, recogidos por distintas instituciones de seriedad difícilmente refutable (IPCC, OCDE, Programa para el Desarrollo de Naciones Unidas, AEMA,...), así como de las medidas recogidas en los Planes y Estrategias en vigor en España se considera que son cuatro los objetivos políticos clave para un transporte y un uso del suelo sostenibles:

1. Selección del lugar de residencia en función de la cercanía a su lugar de trabajo, educación y ocio, o procurar que se creen puestos de trabajo y centros de enseñanza más cercanos a las zonas residenciales.
2. Utilizar los transportes públicos o a desplazarse a pie o en bicicleta cuando sea posible, desincentivando el uso del automóvil.
3. Promover que las empresas a que recurran en mayor medida a fuentes de suministro más cercanas y a mano de obra local
4. Suscitar una renovación del interés por destinos de vacaciones más locales.

La implantación de estas políticas llevan a su vez asociadas acciones y programas que se consideran urgentes y prioritarias o, en su caso, se deberían relegar o ser objeto de moratoria temporal. Dentro de estas podemos destacar las siguientes:

- Acciones tecnológicas:

Las acciones tecnológicas a acometer se dirigen hacia la creación de sistemas de transporte inteligentes tanto desde el punto de vista de las infraestructuras como de los vehículos como de los sistemas de coordinación e información al ciudadano.

Incorporación de limitadores de velocidad y tacómetros en los vehículos que garanticen el cumplimiento de los límites de velocidad, optimizando los consumos y emisiones.

Mejora de los motores para garantizar llegar a los 90 grCO<sub>2</sub>/Km así como minimizar el ruido.

Desarrollo de infraestructuras de electrificación para la correcta y eficaz implantación del vehículo eléctrico.

Normalización y certificación del equipamiento en cuanto a seguridad, comodidad (ruido, vibraciones, etc.), interoperabilidad de las redes, accesibilidad para las personas con movilidad reducida, transporte sostenible y tecnologías de motores limpios sobre la base de una auditoría medioambiental del carbono.

- Adaptación de los instrumentos normativos y fiscales.

Impulsar impuestos que graven los automóviles y el combustible integrando todas las externalidades que este tipo de transporte.

Inclusión de una discriminación positiva en los impuestos municipales hacia los vehículos eléctricos frente a los de motor de combustión.

Creación de incentivos económicos y/o fiscales dirigidos a fomentar el uso de la bicicleta u otros modos no motorizados.

Fomento de los sistemas de tarificación urbana así como sobre los peajes para acceder a las grandes ciudades y centros urbanos.

- Acciones para el desarrollo de políticas coordinadas

Creación de los planes a nivel local en coherencia con las políticas relacionadas con el medio ambiente, el desarrollo urbano sostenible, el transporte de pasajeros y mercancías en ámbitos no urbanos, el cambio climático y la política regional.

Elaboración de planes de movilidad urbana a través de acuerdos a largo plazo entre entes públicos o entre el sector público y el privado, o mediante acuerdos de movilidad.

Desarrollo de un conjunto de indicadores fiables para la medición y seguimiento de los avances hacia un transporte sostenible.

La UE sugiere que se conceda un etiquetado similar al sistema de «bandera azul de la UE», con arreglo a indicadores específicos, a zonas urbanas con bajos niveles de contaminación y congestión.

- Acciones e planificación territorial

Desarrollo de una planificación territorial que incorpore, obligatoriamente: una evaluación de la demanda de transporte de mercancías y personas fomentando desarrollos de usos mixtos en vez de separar las distintas funciones.

Planificación tomando como base el indicador común europeo de tener a menos de 500 metros acceso a todos los servicios básico dentro de los cuales se incluye el transporte.

Limitar la superficie de estacionamiento reservado a los automóviles o imponer tarifas elevadas por aparcar.

Promover vías o carriles reservados a los transportes públicos.

Deben potenciarse modos de movilidad alternativo con la construcción de carriles-bici, desarrollar zonas peatonales, alquiler de bicicletas y el establecimiento de aparcamientos disuasorios..

- Acciones específicas contra el ruido

A fin de atenuar el impacto de la contaminación acústica:

1. limitar el tráfico privado nocturno en los barrios residenciales.
2. instalar limitadores de velocidad bajo el firme.
3. mejorar la calidad de los asfaltos.
4. instalar paneles fonoabsorbentes en las zonas que registren una mayor densidad de tráfico.
5. imponer sanciones verdaderamente disuasorias para los vehículos que superen los límites de emisiones acústicas, llegando incluso al embargo del vehículo, con especial atención a las motos;
6. realizar controles acústicos más ajustados a las condiciones «normales» de circulación de los vehículos;

Realizar exámenes médicos más frecuentes a las personas más expuestas al riesgo de contaminación acústica.

- Otras medidas

Es necesario incorporar activamente a los empresarios de transporte de mercancías en el propio proceso de planificación y en la definición de objetivos y actuaciones.

Fomentar el trabajo a domicilio, aprovechando plenamente el potencial de Internet.

Promover la utilización de vehículos de transporte público de eficientes energéticamente.



Sensibilizar a los ciudadanos proporcionándoles información aumentando la transparencia.

Fomentar en la administración pública el uso por parte de los funcionarios de medios de transporte públicos y aplicar normas que favorezcan el horario flexible.

Desarrollar y garantizar un transporte público de calidad en cuanto a estándares de servicio al usuario, con una regularidad y frecuencia asegurada, una información continua al usuario.

## **5.- Acciones acometidas hacia la consecución de un modelo de movilidad sostenible**

A este respecto, es necesario recordar que la sostenibilidad no se refleja exclusivamente en la calidad de vida local, en los efectos más visibles y directos de nuestra actividad, como la contaminación atmosférica o el ruido, sino que se extiende a los grandes retos de carácter global o planetario, como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad o la reducción de las reservas energéticas.

Además como ya hemos visto estas políticas deberán también deberán ser sinérgicas con métodos sostenibles de planificación urbanística minimizando el consumo de energía y la emisión de gases contaminantes como el NOx.

- **Acciones acometidas en el ámbito urbano**

En función de lo expuesto, queda patente que el transporte desempeña un papel primordial dentro del cambio climático, la calidad del aire y el desarrollo sostenible, precisando de un amplio abanico de acciones para la mejora del entorno urbano que irán desde la planificación de la ciudad, hasta la implementación de nuevas normas para los vehículos.

La vida en la ciudad actual exige una movilidad continua y obligada para acceder al trabajo, las compras, la enseñanza, el deporte, el ocio, las dotaciones, el encuentro con otros, implicando desplazamientos importantes en un tejido caracterizado por la monofuncionalidad.

Dicho esto, es fácil entender, que la sostenibilidad de la ciudad del futuro está íntimamente relacionada con la modificación de las ideas dominantes que conforman, hoy en día, los estándares de calidad de vida para nuestros ciudadanos y configurando los nuevos estándares y estilos de vida regidos por el bienestar en el contexto de la salud, en el contexto ambiental y en el económico dentro de un equilibrio que nos alejen de los actuales procesos de insostenibilidad.

Desde un punto de vista metodológico, la movilidad urbana es una variable compleja, ya que en ella intervienen aspectos muy diversos y el comportamiento de los distintos modos de movilidad y su evolución están influidos por muchos factores: la población, el tamaño de la ciudad, la segregación de usos, la existencia o no de áreas metropolitanas, la orografía, etc.

Fruto de ello, se observa que las propuestas que se están lanzando actualmente lejos de propugnar un cambio de paradigma posee una gran inercia de hacer más de lo mismo, fruto en gran medida de la gran resistencia que en la población aún estas medidas producen. Esto se debe a una gran variedad de factores que tienen que ver con aspectos económicos y funcionales, pero también culturales.

Aún así, creemos que si bien no se está produciendo la revolución deseada, cada vez un porcentaje mayor de ciudadanos están empezando a darse cuenta tanto de los inconvenientes como de las ventajas de los transportes que esta generando la implantación de medidas significativas hacia una movilidad sostenible.

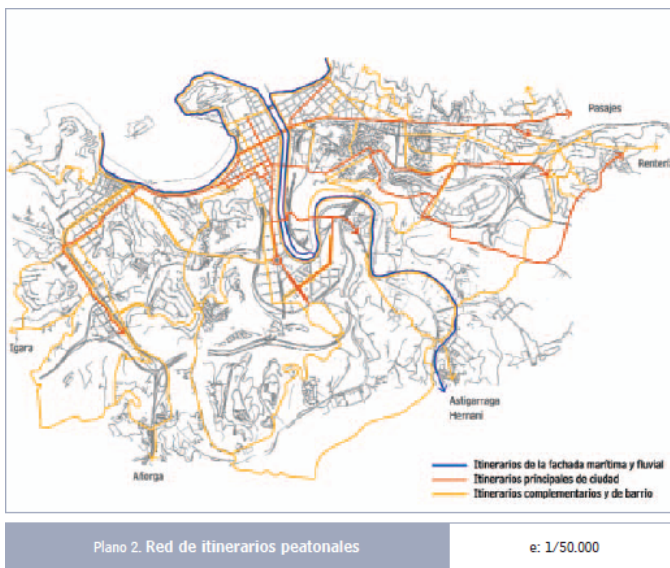
Algunas de las experiencias que encontramos en el ámbito local y que cumplen estas medidas sostenibles son las que se exponen en los siguientes cuadros:

## RED DE ITINERARIOS PARA PEATONES

### DONOSTIA CAMINA

#### Localización

San Sebastián-Donostia



#### Descripción

El Plan Donostia Camina, ha sido galardonado con el premio Memorial "M. Angels Jiménez" de Seguridad Vial, otorgado por el Ayuntamiento de Barcelona.

Este plan desarrolla una estrategia integral con el objetivo de devolver al peatón el protagonismo de la ciudad.

Comprende medidas para mejorar la comodidad de las vías peatonales, acortar y facilitar los desplazamientos a pie, reducir

los riesgos de atropello, generar un espacio peatonal atractivo, seguro y vital y disminuir el ruido y la contaminación atmosférica.

Dentro de todas las acciones que contempla merece especial interés el desarrollo de la red peatonal y el sistema de espacios peatonales de barrio cuyo objetivo es garantizar la conectividad general de los distintos barrios entre sí y con el centro urbano y además dotar a cada barrio de un espacio libre de vehículos, bien conectado con las áreas residenciales y con las demás zonas de actividad local como los colegios, los centros de salud, los comercios y los parques, poniendo especial énfasis en la implantación de medidas específicas para atender las necesidades de desplazamiento autónomo de las personas con discapacidad.

## PLAN DE MOVILIDAD SINGULAR:

### LA REINVENCIÓN DEL TRANSPORTE COLECTIVO EN MENORÍA.

#### Localización

Isla de Menorca

#### Descripción

| Nucli              | Aturada             | Sortides segons hora d'inici del partit |       |       |       |
|--------------------|---------------------|---|-------|-------|-------|
|                    |                     | 12:30                                   | 18:15 | 18:30 | 21:00 |
| <b>Maó</b>         | Estació d'autobusos | 11:30                                   | 17:15 | 17:30 | 20:00 |
|                    | Abu Umar            | 11:30                                   | 17:15 | 17:30 | 20:00 |
| <b>Ciutadella</b>  | Plaça dels Pins     | 11:15                                   | 17:00 | 17:15 | 19:45 |
| <b>Ferrieres</b>   | Vimpi               | 11:30                                   | 17:15 | 17:30 | 20:00 |
| <b>Fornells</b>    | Bus regular         | 11:15                                   | 17:00 | 17:15 | 19:45 |
| <b>Es Mercadal</b> | Bus regular         | 11:30                                   | 17:15 | 17:30 | 20:00 |
| <b>Es Migjorn</b>  | Bus regular         | 11:30                                   | 17:15 | 17:30 | 20:00 |
| <b>Alaior</b>      | Bus regular         | 11:45                                   | 17:30 | 17:45 | 20:15 |
| <b>Es Castell</b>  | Església            | 12:00                                   | 17:45 | 18:00 | 20:30 |
|                    | Son Vilar           | 12:00                                   | 17:45 | 18:00 | 20:30 |
| <b>St.Lluis</b>    | Av. de sa Pau       | 12:00                                   | 17:45 | 18:00 | 20:30 |
| <b>St.Climent</b>  | Bus regular         | 12:00                                   | 17:45 | 18:00 | 20:30 |
| <b>Llucmaçanes</b> | Bus regular         | 12:00                                   | 17:45 | 18:00 | 20:30 |

A la finalització del partit hi haurà autobusos per tornar a tots els pobles

Con los objetivos de facilitar alternativas de transporte colectivo al uso del automóvil, contribuir a la inclusión social de la mitad de la población que no es autónoma respecto al automóvil, favorecer la movilidad de los residentes y los turistas en medios de transporte de menor impacto ambiental y social, generando una menor presión sobre el territorio y las infraestructuras,

reducir los problemas de saturación del viario y el aparcamiento en los lugares de concentración de personas y reducir la inseguridad vial.

El Consell Insular de Menorca, inició en el año 2004 la creación de la nueva cultura del uso del autobús en la isla de menoría, se ha llevado a cabo mediante el desarrollo de actuaciones que combinan de activación económica, planes de infraestructuras, tecnología, formación e información, etc.

Entre ellas destaca la reforma integral de los servicios de autobús insulares con incremento de los destinos, las frecuencias y los horarios que incluyen la puesta en marcha de servicios nocturnos y control del aparcamiento.

Otras medidas destacables tienen un claro objetivo de influencia cultural como es el ofrecer la creación de servicios especiales de autobús para los partidos del equipo local de baloncesto y vinculados a las fiestas de cada municipio e incluso campañas en busca de generar mayor atractivo del transporte público principalmente dirigidas a los turistas.

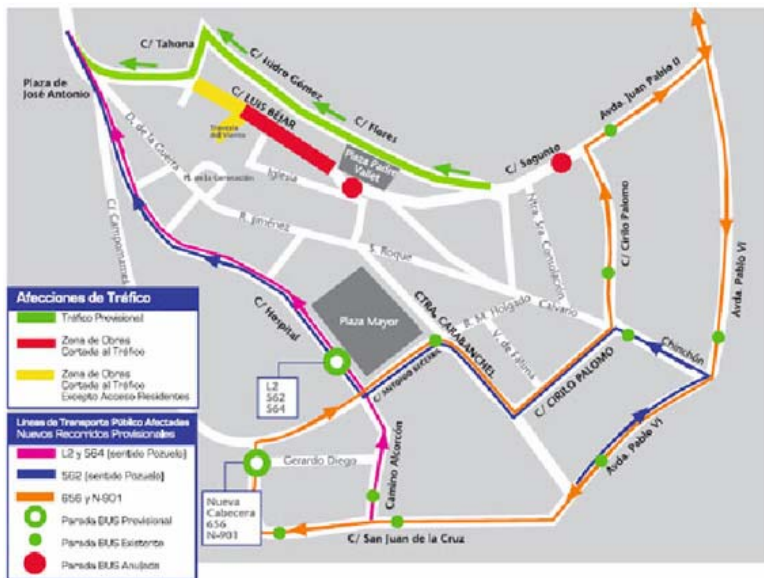
## REGULACIÓN DE APARCAMIENTO Y ESPACIO PÚBLICO

### SERVICIO DE ESTACIONAMIENTO REGULADO (SER)

#### Localización

Pozuelo de Alarcón

#### Descripción



El Servicio de Estacionamiento Regulado (S.E.R.) en Pozuelo adopta dos tipos de medidas: la construcción de aparcamientos de rotación y residentes y la regulación horaria de aparcamientos en superficie.

El servicio de estacionamiento regulado de vehículos bajo control horario no es una medida

de gestión novedosa, pero si necesaria para mejorar la movilidad. El objetivo de esta medida es conseguir la rotación de los vehículos, y con ello facilitar el acceso de los ciudadanos a comercios, centros públicos o privados donde realizar gestiones, viviendas y demás lugares de interés. Esta medida por si sola no es efectiva si no va acompañada de mejoras del transporte público.

Se expone como ejemplo el caso de Pozuelo de Alarcón porque a la implantación del SER se unen otra serie de actuaciones para mejorar la movilidad como son la reordenación de las líneas de autobuses interurbanos y además la incorporación de otras dos líneas urbanas de autobuses nuevas y una línea de Metro Ligero para mejora de la movilidad urbana e interurbana.

Junto a esta medida también es destacable la construcción de infraestructuras para mejorar la movilidad y fomentar el uso del transporte colectivo como ha sido la construcción de aparcamientos disuasorios que favorecen la combinación del uso de su vehículo privado con el transporte público para dirigirse a sus centros de trabajo.

## MEJORA DEL SERVICIO Y DE LA IMAGEN

### PLAN DE MOVILIDAD URBANA DEL AYUNTAMIENTO DE LEÓN

#### Localización

León

#### Descripción



El Plan de Movilidad Urbana Sostenible de León incluye, entre otras medidas, la creación de un tranvía y la reordenación del transporte urbano, así como el tráfico y el aparcamiento privados, uso de la bicicleta, etc.

Pero de todas estas medidas en la presente ficha se quiere destacar las medidas tomadas por el Ayuntamiento de León en materia de mejora del sistema de

información y buenas prácticas para los viajeros.

El Ayuntamiento de León al igual que han hecho otros ayuntamientos como el de Madrid, ha puesto en marcha un novedoso sistema para ofrecer información a los ciudadanos.

El novedoso sistema de comunicación multimedia incorporado en los nuevos vehículos de la flota de transporte de la ciudad de León (Sicombus) ofrece información en tiempo real de donde está el autobús en cada momento y cuánto le falta para llegar a la parada.

Además incluye información a los pasajeros de la ruta, enlaces con otras líneas y medios de transportes e información turística, meteorológica y de actividades que se celebren en la ciudad.

Pero este sistema, más allá de servir de medio de información, supone un adelanto para mejorar la movilidad en todo tipo de colectivos tanto con discapacidades sensoriales (auditivas y visuales) como discapacidad funcional.



## MEJORA DE LA MOVILIDAD ALTERNATIVA

### PROGRAMAS DE MOVILIDAD EN BICICLETA

#### Localización

Barcelona, Sevilla, Vitoria-Gasteiz...

#### Descripción

Son muchos los municipios españoles que están implantando planes de movilidad alternativa en bicicleta. Dentro de estos podemos destacar las experiencias de Barcelona, Sevilla y Vitoria-Gasteiz por tratarse de experiencias desarrolladas en grandes ciudades.



La idea del servicio de préstamo de bicicletas de Vitoria-Gasteiz surge en el año 2004 con la voluntad de promocionar la utilización de la bicicleta en la ciudad y va en paralelo con una serie de acciones de acondicionamiento de rutas y carriles para la movilidad peatonal y ciclista. Con la implantación de la medida se pretende acercar este vehículo a la ciudadanía, poniéndolo a pie de calle y haciéndolo muy visible. Para lo cual pone a disposición de la ciudadanía bicicletas de forma gratuita con el fin de promocionar la utilización de la bicicleta en la ciudad.

Como resultado se ha mejorado la percepción ciudadana de la bicicleta como modo de transporte urbano e incrementando su uso como muestran las 54.716 personas que se encuentran ya inscritas en el servicio y los 154.898 usos de bicicleta que se han producido en el año 2009.

El nuevo Plan General de Ordenación de Sevilla otorga a la bicicleta un papel relevante en la movilidad urbana de la ciudad. Confiere a la bicicleta una importancia destacada en el marco de un nuevo sistema de movilidad sostenible ya que desarrolla medidas encaminadas a integrar a la bicicleta en el sistema intermodal, bien como complemento a su utilización junto con el transporte público.



En esta misma línea se encuentra el sistema de bicicleta de Barcelona. Este sistema, ofrece respuesta al número creciente de desplazamientos en bicicleta que en los últimos años se estaba produciendo en Barcelona convirtiendo la bicicleta en un modo más de desplazamiento cotidiano.

Para dar respuesta a estas crecientes necesidades se han implantado en Barcelona políticas de movilidad orientadas a favorecer el uso de la bicicleta, mejorar las infraestructuras, ordenar el espacio viario, señalar adecuadamente las vías por donde circulan los ciclistas, actualizar las ordenanzas, realizar campañas de sensibilización.

Así pues, además de la puesta en marcha del propio sistema de préstamo de bicicleta, se ha adecuado la red viaria para convertir la movilidad en bicicleta en una verdadera forma de movilidad alternativa eficiente y segura.

### **Planes de movilidad a polígonos industriales o empresariales**

Convencidos de que la industria, los sindicatos, las organizaciones no gubernamentales y las autoridades públicas habrán de compartir el empeño y convocar conferencias nacionales específicas para buscar las soluciones específicas al tema de la movilidad sostenible, aunando esfuerzos con los que diseñar un mapa regional en el que veamos la realidad de los núcleos urbanos y sectores productivos que detecte las necesidades y medios de transporte más eficaces en cada ámbito.

UGT Aragón viene realizando diferentes estudios sobre cambio climático, movilidad y trabajadores, los dos últimos estudios se han referido a dos polígonos industriales importantes en la ciudad de Zaragoza. Estos trabajos basados en el trabajo de campo, encuestas a trabajadores y trabajadoras, análisis y diagnóstico final, ponen de relieve una serie de conclusiones que son muy similares en todos los casos. A su vez, con el fin de realizar un trabajo completo, se han calculado los consumos de combustible y los costes económicos que suponen cada día a cada trabajador, así como las emisiones, bien se desplace en transporte público, bien se traslade en su vehículo privado. Se destacan a continuación las conclusiones más importantes, y aunque se refieren al ámbito de la capital aragonesa, entendemos que pueden ser el reflejo de otros núcleos urbanos:

-Tendencia a perder un modelo de ciudad compacta hacia un modelo disperso. Así los lugares de trabajo (también los de ocio, de servicios a la salud, centros de estudios, etc.) se alejan de los domicilios y va desapareciendo la “proximidad”.

-A la hora de ir a trabajar, en Zaragoza el 51,4% de los trabajadores utilizan el coche en sus desplazamientos diarios. La media de viajes cada día entre el centro de trabajo y el domicilio es 2,9. Y con una ocupación de 1,1 personas por vehículo.

-Casi el 50% de los desplazamientos para ir al trabajo suponen distancias inferiores a los 3 kilómetros. Y en general, les cuesta menos de 30 minutos a 3 de cada 4

zaragozanos, independientemente del modo de movilidad por el que opten (coche, moto, autobús, bicicleta, andando).

-Se realiza un uso poco racional de vehículo privado a la hora de ir a trabajar. Pocos son los que se lo piensan dos veces a la hora de coger el coche. (El vehículo privado se considera más cómodo, no existe suficiente cultura medioambiental, se desconoce el coste real de los desplazamientos al trabajo: unos 0,45 euros/km).

-El autobús de empresa tiende a desaparecer, por lo que el transporte colectivo en muchas ocasiones no existe como opción dentro de la movilidad. Las empresas pequeñas o medianas argumentan que no les sale rentable y prefieren pagar pluses de transporte (o nada), pero también se refleja una falta de coordinación y de concienciación de los trabajadores. En Zaragoza, sólo el 1,83% de las empresas disponen de transporte colectivo dando cobertura a unos 20.000 trabajadores, todo esto en un tejido empresarial donde el 77,7% de las empresas tienen menos de 50 trabajadores.

-En muchas ocasiones, el transporte público como opción para desplazarse a los polígonos industriales tampoco es la solución, sobre todo en Zaragoza, porque no existe o cuando existe la frecuencia de paso, los horarios, las infraestructuras no son acordes a las necesidades de los trabajadores de dicho polígono.

-Disponer o no de vehículo privado se ha convertido en un factor determinante para optar a un puesto de trabajo. Así, el coche es un elemento de desigualdad social y no todo el mundo tiene las mismas oportunidades para acceder al centro de trabajo, sobre todo las mujeres, los inmigrantes, los jóvenes, entre otros.

-Los accidentes in itinere también suponen una lacra importante, son accidentes de trabajo que ocurren al ir o al volver del centro de trabajo. Bien el estrés, las prisas, los nervios, atascos de tráfico, falta de experiencia en la conducción, u otros elementos, se convierten en factores determinantes de riesgos laborales a los que los trabajadores se enfrentan día a día y que se suman a los riesgos de su actividad laboral.

-En lo relativo a las emisiones, en términos generales el 82% del CO<sub>2</sub> emitido por los medios de transporte en las ciudades procede del vehículo privado, por lo que está claro que la movilidad obligada, en este caso por motivos laborales, se lleva una parte importante de ese porcentaje. En Zaragoza, el 66,73% de las emisiones es debida a los automóviles, y en sus barrios rurales el 77,75% (factor lejanía). En los polígonos industriales estudiados, el polígono Insider-La Cartuja con 44 empresas y 1.897 trabajadores emite 1.685,8 toneladas/año de CO<sub>2</sub> derivadas de los desplazamientos de sus trabajadores (0,4 toneladas/año por trabajador que se desplaza en autobús y 1,4 toneladas si se desplaza en coche), para el otro polígono las cifras son parecidas.

Ante estas conclusiones, se hace necesario pensar en una serie de propuestas (planes de movilidad en las ciudades, en las empresas, fomento del transporte público, del coche compartido, de desplazamientos a pie o en bici, desarrollo normativo sobre

movilidad, sobre urbanismo y ordenación del territorio, avanzar en los vehículos eléctricos, etc.), pero en el ámbito que nos compete, una de estas soluciones pasa por los planes de movilidad sostenible a los polígonos industriales o empresariales.

**¿Qué son los planes de movilidad sostenible a los polígonos industriales o empresariales? ¿A quién van dirigidos? ¿Qué beneficios aportan a la sociedad (empresa, trabajadores, medioambiente y ciudadanía)?**

Los planes de movilidad sostenible a los polígonos o áreas empresariales tienen como objetivo mejorar la accesibilidad de los trabajadores en condiciones idóneas de calidad, seguridad y sostenibilidad: económica, social y medioambiental.

La Estrategia Española de Ahorro y Eficiencia Energética (E4), la de Movilidad Sostenible, y la Ley de Calidad del Aire y Protección de la atmósfera, incluyen los planes de movilidad en las empresas en sus líneas de acción o disposiciones, sobre todo para las empresas de 200 ó más trabajadores.

Citaremos las definiciones y conceptos que el Plan de Acción 2008-2012 de la E4 incluye en relación a los planes de movilidad a los centros de trabajo, y que resulta válida para el epígrafe que nos ocupa:

*“Los planes de transporte en empresas o centros de actividad (polígonos industriales, hospitales, centros educativos, etc.) son actuaciones organizativas, acompañadas de dotación de infraestructuras, promovidas por los centros de actividad con el apoyo de la Administración, para conseguir un cambio en el modelo de desplazamientos a/desde el centro de trabajo: desde el modelo actual basado en la predominancia del vehículo turismo hacia otro basado en una mayor utilización de los medios colectivos y en el aumento del índice de ocupación del vehículo privado.”*

(...)

*“Los planes de transporte proporcionan importantes beneficios al centro de actividad, incluyendo la reducción significativa de la dotación de espacio para aparcamiento, la mejora de la accesibilidad y puntualidad de los empleados, una mayor seguridad y una imagen social y medioambiental del centro más positiva. De la misma forma, las ventajas para los trabajadores son variadas: desplazamientos más seguros con menor coste y menor estrés, mejora de la salud y de la calidad de vida, aumento de las opciones de viaje para los que no poseen coche, etc.”*

Otros beneficios que cabe destacar en relación a estos planes de movilidad, es que al favorecer otras modalidades de desplazamiento más sostenible, el vehículo privado se queda en casa, con la consiguiente reducción de gases contaminantes, entre ellos el CO<sub>2</sub>, disminuye el ruido, la ocupación del espacio urbano, recuperándose para los ciudadanos, se mejora la salud pública y se reduce el gasto asociado, entre otros.

**¿Cómo se hace un plan de movilidad sostenible a un polígono industrial o área empresarial? ¿Quién debe participar en los planes de movilidad? ¿Qué es el gestor de movilidad?**

El mismo Plan de Acción de la E4, recoge cómo elaborar un de transporte, si bien podríamos cambiarle la denominación por Plan de Movilidad Sostenible. En primer lugar es necesario un estudio inicial, para conocer, entre otros aspectos, la forma de desplazarse de todos los trabajadores y trabajadoras, cuáles son las políticas de los diferentes centros de trabajo del polígono o área empresarial en cuanto a transporte de trabajadores (autobús de empresa o no, coche compartido, plus de transporte, etc.) y también sobre el estacionamiento de vehículos. Además debe incluirse si existe transporte público o no. Posteriormente, han de elaborarse las actuaciones a realizar y priorizarlas, ponerlas en marcha, realizar un seguimiento y evaluación y corregir las actuaciones, de forma que se cumplan los objetivos planteados en el plan.

Los planes de movilidad, suelen tener unas actuaciones comunes: fomento de los autobuses de empresa en los centros de trabajo con un elevado número de trabajadores o servicios mancomunados entre varias empresas, autobuses lanzadera en el polígono que acerquen a intercambiadores o estaciones de cercanías, tren o autobús, o a aparcamientos disuasorios; adecuación de los servicios públicos de transporte colectivo; bonificación de títulos de transporte público; coche compartido; políticas de aparcamiento que no faciliten en uso del vehículo privado; promoción de la bicicleta o los desplazamientos a pie, entre otras.

La implementación de un plan de movilidad tiene que contar con el apoyo decidido de todas las partes implicadas: empresas, trabajadores y sus representantes, gestores del polígono, administraciones competentes, operadores de transporte, si bien es necesaria la coordinación por parte de un gestor de movilidad. El gestor de movilidad será el responsable del plan de movilidad, con dotes de negociación y comunicación, y con capacidad organizativa de una gran cantidad de información y recursos, deberá fomentar el diálogo entre las partes e informarles en todo momento, impulsar la puesta en marcha de la actuaciones, realizar su seguimiento y evaluación, plantear las correcciones, diseñar las campañas de comunicación, etc.