

# LOS COSTES SOCIALES DE LA CARRETERA: ACCIDENTES Y MEDIO AMBIENTE

Francisco LÓPEZ DEL PINO (\*)

## I. INTRODUCCIÓN

**E**L transporte ha sufrido un crecimiento espectacular en las últimas décadas. En el pasado, se han aceptado sin discusión los positivos efectos que los aumentos en los niveles de movilidad han tenido en la consecución de mayores cotas de crecimiento económico. Sin embargo, la atención sobre el transporte está centrándose, cada vez más, sobre sus posibles efectos negativos. Los costes externos ocasionados por el transporte en términos de congestión del tráfico, accidentes, ruido e impactos sobre el medio ambiente están en el centro de atención de las políticas de transporte de los distintos gobiernos y organizaciones internacionales.

Se ha estimado que los costes sociales del transporte en la Unión Europea superan el 4 por 100 del PIB comunitario (el doble de lo que se invierte en infraestructuras). Aunque estas cifras incluyen todos los modos de transporte, es sin duda el transporte por carretera el que se lleva la mayor parte, al ser responsable del 90 por 100 de dichos costes, la mitad de los cuales son atribuibles a la congestión.

Las carreteras europeas se cobran más de cien vidas diarias, lo que representa alrededor del 1,4 por 100 de todas las muertes de la UE y el 20 por 100 de las muertes accidentales de los países europeos de la OMS, a lo que hay que unir un gran número de heridos y cuantiosos daños materiales. Adicionalmente, el

transporte por carretera es el principal responsable de la contaminación del aire en las ciudades (con graves efectos sobre la salud humana) y contribuye de una forma muy importante a fenómenos de contaminación de alcance regional o transnacional, como la lluvia ácida o la contaminación por ozono, y global, como el denominado efecto invernadero.

Las políticas públicas seguidas en el pasado han fomentado un modelo de desarrollo basado en el vehículo privado; sin embargo, en los últimos tiempos se ha producido un giro en estas políticas, que tratan de fomentar el retorno a modos de transporte medioambientalmente más sostenibles, como el ferrocarril (entre ellas las iniciativas TEN—Trans-European Networks—de la Unión Europea). Adicionalmente, dichas políticas tratan de reducir estos impactos sociales que ocasiona la carretera utilizando principalmente la regulación (por ejemplo, imponiendo estándares) y determinados instrumentos económicos (principalmente impuestos).

El progreso tecnológico (responsable de la mejora en la calidad de los combustibles, del aumento de la eficiencia en el consumo de los vehículos—relación consumo/kilómetros recorridos—, así como de la mejora de los niveles de seguridad de los mismos en caso de accidente) ha provocado una importante reducción en los niveles de emisión de contaminantes y de los índices de siniestralidad en el

transporte por carretera en los últimos años. Sin embargo, aún se producen un importante número de víctimas en la carretera, y los niveles de contaminación y ruido superan con mucha frecuencia los límites establecidos por las organizaciones internacionales. Las últimas previsiones de la Agencia Europea de Medio Ambiente apuntan a que las mejoras tecnológicas no serán suficientes para compensar el deterioro que se producirá en el medio ambiente por el previsible aumento en los niveles de tráfico.

Este artículo estudia las externalidades del transporte, centrándose en los costes por accidentes y contaminación del aire derivados del transporte por carretera, describiendo su importancia y analizando las principales políticas que se han seguido para su reducción en Europa y en España.

## II. LAS EXTERNALIDADES DEL TRANSPORTE

En general, una externalidad es «un coste relevante o un beneficio que los individuos no consideran cuando toman decisiones racionales» (De Serpa, 1988, página 507). El transporte (y fundamentalmente el transporte por carretera) es uno de los ejemplos clásicos de industria con externalidades negativas, entre las que cabe destacar (véase Carbajo 1991) el deterioro de la infraestructura viaria debido al uso y desgaste del pavimento, los costes por congestión, los costes de accidentes y los costes derivados del daño al medio ambiente. Diversos estudios (véase Maddison *et al.*, 1996, para una revisión de la literatura) han estimado que los costes sociales del transporte en la Unión Europea superan el 4 por 100 del PIB (Mauch y Rothengatter, 1994), el

90 por 100 de los cuales es atribuible al transporte por carretera.

Para contener los costes externos del transporte, los gobiernos tienen a su alcance distintos instrumentos que pueden agruparse en dos tipos: *regulación e instrumentos de mercado*. La regulación suele consistir en la aplicación de *normas técnicas* relativas a los vehículos o a los combustibles y de *estándares* sobre aspectos como niveles permitidos de emisión o de concentración de gases contaminantes, niveles de ruido permitidos, límites de velocidad de los vehículos, niveles de alcohol en sangre de los conductores, etc. Los estándares son los instrumentos más utilizados, en gran parte por su facilidad de aplicación; sin embargo, los instrumentos económicos o de mercado (como el cobro de peajes por el uso de la infraestructura o los impuestos) son preferidos desde el punto de vista de la eficiencia, ya que acercan el coste privado al coste social, internalizando (aunque sea parcialmente) los costes externos (véase Pigou, 1920).

La Unión Europea (Commission, 1996) parece aceptar claramente la necesidad de internalizar los costes externos del transporte. Sin embargo, serían enormes los costes y las dificultades de aplicación de un sistema eficiente de fijación de precios al transporte mediante el cual se pagase en función del nivel de coste externo generado (1). La determinación de la forma de intervención más eficiente (que produjese mejores resultados al menor coste posible) debería basarse, por tanto, en un análisis coste-beneficio que confrontase los resultados de cada política con sus costes (Nash, 1997). La aplicación de este análisis coste-beneficio requiere, como paso previo, la valoración de los cos-

tes externos del transporte, lo cual no está exento de dificultades. No existe un consenso acerca de cuál es el mejor método para dicha valoración, aunque es común utilizar algún método de medición de la disposición a pagar o a aceptar compensaciones (véase Maddison *et alii*, 1996, o Christensen *et al.*, 1998, para una revisión de la literatura al respecto). Además, estos métodos no están exentos de críticas (véase, por ejemplo, Bowers, 1997). Nash (1997) apunta que estos métodos son apropiados para valorar externalidades cuyos efectos son percibidos por los individuos, necesitándose un enfoque alternativo de valoración basado en el coste de oportunidad (véase Bowers, 1991) en los casos en los que existe una falta de percepción y/o información acerca de la externalidad (2).

A continuación, este artículo se centra en los principales efectos externos del transporte por carretera —los accidentes de tráfico y la contaminación del aire—, y se presentan cifras que estiman la importancia de estos efectos, así como las principales políticas que se han seguido en Europa y en España para reducirlos.

### III. LOS ACCIDENTES DE TRÁFICO

Las cifras de accidentes de carretera resultan siempre dramáticas. Aunque éstas han ido disminuyendo progresivamente, cada día en las carreteras europeas se producen aún más de 3.000 accidentes con víctimas, en los que fallecen más de 100 personas, además de producirse un importante número de heridos y cuantiosos daños materiales. Los accidentes de tráfico representan alrededor del 1,4 por 100 de todas las muertes en la Unión

Europea, con unas 44.000 muertes en 1996 (DGVII, 1999), y el 20 por 100 de todas las muertes accidentales en los países europeos de la OMS (EEA, 1999). Sólo en España, los accidentes de tráfico causaron, en 1998, 4.287 fallecidos, 2.488 heridos graves y 1.792 heridos leves.

Dada la alta proporción de jóvenes muertos en accidentes de tráfico (alrededor de uno de cada tres fallecidos tenía menos de 25 años), se ha estimado que, por término medio, un fallecido en accidente de tráfico muere unos 40 años antes que su esperanza de vida (Commission, 1998a), con lo que los costes económicos derivados de los accidentes de tráfico son cuantiosos, y gran parte de ellos son costes externos. Desde un punto de vista económico, los costes de accidentes se consideran externos, ya que los conductores no tienen en cuenta los riesgos adicionales que causan a otros automovilistas, no incorporando estos riesgos en sus decisiones de conducir más, o más deprisa, o determinado tipo de automóvil, por lo que un kilómetro adicional recorrido por un vehículo aumenta la probabilidad de accidente de otros.

Los costes derivados de los accidentes de tráfico incluyen: 1) *costes directos*, como los costes médicos derivados del accidente, los costes de policía y administrativos y el coste de los desperfectos materiales ocasionados; 2) *costes indirectos*, o valor de la pérdida de producción y consumos futuros, y 3) *costes intangibles*, como el valor de las vidas humanas perdidas (conductores, ocupantes y terceras personas) y el dolor, la pena y el sufrimiento de los accidentados y sus familiares, así como el riesgo de verse involucrado en un accidente. Sin embargo, existe cierta discusión en la literatura

económica acerca de cuáles de estos costes son externos (serían costes sociales) y cuáles son internos (o privados). En ocasiones, se ha argumentado que el coste de las vidas de los conductores y ocupantes es un coste privado; sin embargo, ello es criticable principalmente porque existen fallos de información que impiden que los conductores puedan estimar correctamente el riesgo de accidente en el que incurren y porque la probabilidad de accidente se ve afectada por el comportamiento de los otros conductores (Maddison, *et alii* 1996). Se ha estimado que del 2,5 por 100 del PIB que suponen los costes por accidentes de tráfico, un 1,5 por 100 serían costes externos.

El cálculo del coste social de los accidentes de carretera requiere de una metodología para su evaluación, de forma similar a como se viene valorando en los proyectos de inversión en nuevas carreteras (donde la reducción de accidentes supone entre un 20 y un 30 por 100 de los beneficios totales); sin embargo, no existe un consenso acerca de cuál es la mejor metodología a utilizar. A grandes rasgos, se han utilizado dos grandes tipos de metodologías: la primera, basada en la teoría del capital humano, consiste en estimar la pérdida del *output* resultante de un accidente; de esta forma, el coste de un accidente sería la suma del coste real de los recursos (i.e., daños materiales, costes médicos y de policía) y del coste descontado de la pérdida de *output* futuro de la(s) víctima(s). Sin embargo, estos métodos han perdido aceptación en favor de otro grupo de metodologías que trata de estimar el valor de una vida estadística basándose en la disponibilidad a pagar de los individuos por reducir el riesgo de accidente (3). La inexistencia de

un consenso acerca de la metodología más adecuada explica en parte las grandes diferencias acerca del valor de una vida estadística entre los diferentes países europeos (4), pero incluso utilizando un método común los resultados serían distintos al verse afectados, por ejemplo, por los niveles de renta (véase Jones-Lée, 1992, para una revisión al respecto).

La Comisión Europea (Commission, 1996) defiende la internalización de estos costes de accidentes (5). Carbajo (1991) apunta dos razones por las que los costes de los accidentes deben incorporarse al precio de usar la carretera: la primera razón, *ex-ante*, es la prevención de accidentes a través de la obtención de un nivel apropiado de seguridad, y la segunda razón, *ex-post*, es la recuperación de los costes asociados a los accidentes de carretera después de que éstos hayan sucedido. En la actualidad no se aplica un sistema de tarificación de la carretera *ex-ante*, según el cual el usuario debería pagar una cantidad en concepto de externalidad por accidentes al utilizar la carretera —y, por tanto, por aumentar el riesgo de accidente de otros usuarios de la vía— incluso antes de causar un accidente. Los seguros de automóvil son más apropiados en realidad para recuperar los costes *ex-post*, es decir, una vez se hayan producido éstos. Jansson (1994) apunta que, en realidad, un sistema de seguros obligatorios que cubriese todos los costes *ex-post* derivados de un accidente debería ser equivalente a un sistema de tarificación *ex-ante* de la carretera en concepto de accidentes.

La aplicación al terreno de los accidentes del principio de internalización de las externalidades supone que los costes deberían ser mayores para aquellos que

incurren en mayor riesgo de accidente. La Comisión Europea (Commission, 1996) propuso varios instrumentos económicos para acercar el coste que perciben los usuarios al verdadero coste social, incluyendo el riesgo de accidentes.

En primer lugar, las *primas de seguros* deben diferenciarse en función del grado de riesgo. Sin embargo, existe un problema de información asimétrica, ya que las compañías no pueden observar directamente el grado de precaución de los conductores (Boyer y Dionne, 1987), por lo que discriminan utilizando un sistema de fijación de precios a priori, es decir, utilizan un conjunto de señales que incluyen características del conductor (edad, sexo, años de licencia, etc.), del vehículo (cilindrada, modelo y año) y del tipo de viajes a realizar. Este sistema se suele complementar con un sistema de precios a posteriori, en el que la historia pasada del automovilista influye en la prima a pagar a través de un sistema de bonificaciones para los conductores sin siniestros y de penalizaciones para aquellos que han tenido algún accidente. No obstante, esto último introduce incentivos perversos que pueden llevar a no declarar los accidentes o a conducir sin seguro.

En general (Carbajo, 1991; Maddison *et al.* 1996), el seguro de automóvil no internaliza el coste de los accidentes (y por tanto no los previene), ya que: 1) forma parte del coste fijo del vehículo, y por tanto no es tenido en cuenta al desplazarse, y 2) el conductor, al sentirse cubierto por el seguro, puede tomar mayores riesgos. Existen pues fallos de información que hacen necesaria una regulación adicional en seguridad vial; sin embargo, el seguro de automóvil sigue siendo el mecanismo más apropiado

de recuperación de los costes asociados con los accidentes.

En segundo lugar estarían los *impuestos*. El transporte por carretera está sujeto a diversos impuestos como el de circulación, el de adquisición de vehículos y el del combustible. Los impuestos que gravan la adquisición o los de circulación, aunque pueden diferenciarse en función del tipo de vehículo (y, por tanto, están relacionados con el nivel de riesgo de su conductor), tienen el gran inconveniente de que, al no depender de la distancia recorrida, son considerados por los individuos como un coste fijo, y por lo tanto no son tenidos en cuenta a la hora de decidir el nivel de utilización del vehículo, al no formar parte del coste marginal de los individuos. No sucede así con los impuestos sobre el combustible, que sí están relacionados con la distancia recorrida, y por tanto son tenidos en cuenta por los individuos; sin embar-

go, tienen el inconveniente de que no discriminan entre individuos, vehículos o carreteras con diferentes niveles de riesgo (véase cuadro n.º 1 para una comparación de los niveles de impuesto sobre el carburante en los diferentes países europeos).

Por último, el uso de *peajes* podría ser un sistema para internalizar estos costes y fomentar el cambio a modos de transporte más seguros que el vehículo privado. Maddison *et al.* (1996) apuntan que para establecer un sistema adecuado de peajes por accidentes sería necesario conocer mejor: a) la relación entre flujo de tráfico y los accidentes, y b) el grado de percepción del riesgo. Carabajo (1991) apunta a que para determinar la naturaleza de los efectos externos de los accidentes, así como su magnitud, es esencial conocer la relación entre número de accidentes y volumen de tráfico medido por los vehículos-km recorridos (véase,

por ejemplo Newberry, 1988), sobre la cual no existe un consenso (6). Christensen *et al.* (1998) van más allá, y concluyen que un sistema de peajes en el que se distinguiera claramente la parte que ha de pagarse en concepto de accidentes debería complementarse con un endurecimiento de la legislación que confrontara a los individuos con los verdaderos costes que se derivan de los accidentes, modificando el sistema de seguros para excluir los costes médicos derivados de los accidentes de la cobertura del sistema nacional de salud, ampliando al mismo tiempo la responsabilidad civil de los conductores involucrados en accidentes de tráfico. En cualquier caso, las dificultades de estimación de los riesgos de accidente, así como los problemas de aplicación práctica, han hecho que los sistemas de tarificación de la carretera se hayan limitado al control de la congestión.

CUADRO N.º 1

LÍMITES Y PRECIOS DEL COMBUSTIBLE EN EUROPA

PAÍS	Límites de velocidad para vehículos automóviles (km/h)			Peso máximo autorizado (toneladas)		Tasa de alcohol en sangre (gr/l)	Precios del combustible en euros (abril 1999) (*)	
	Carreteras urbanas	Carreteras nacionales	Autopistas	General	Transporte combinado		Gasolina	Diesel
Bélgica .....	50	90	120	44	44	0,5	0,88 (75)	0,61 (64)
Dinamarca .....	50	80	110	48	48	0,5	0,84 (73)	0,64 (68)
Alemania .....	50	100		40	44	0,5	0,82 (74)	0,60 (66)
Grecia .....	50	110	120	40	44	0,5	0,66 (66)	0,50 (64)
España .....	50	90	120	40	44	0,5	0,67 (68)	0,56 (61)
Francia .....	50	90	130	40	44	0,5	0,92 (81)	0,65 (73)
Irlanda .....	48	96	112	40	44	0,8	0,71 (72)	0,67 (67)
Italia .....	50	90	130	44	44	0,8	0,92 (74)	0,72 (70)
Luxemburgo .....	50	90	120	44	44	0,8	0,65 (64)	0,53 (61)
Holanda .....	50	80	120	50	50	0,5	0,96 (74)	0,67 (65)
Austria .....	50	100	130	40	44	0,5	0,78 (69)	0,60 (64)
Portugal .....	50	100	120	40	44	0,5	0,77 (75)	0,54 (66)
Finlandia .....	50	80	120	56	56	0,5	0,93 (78)	0,64 (65)
Suecia .....	50	90	110	60	60	0,2	0,94 (74)	0,73 (62)
Reino Unido .....	48	96	112	38	44	0,8	1,00 (81)	1,01 (82)

(\*) Entre paréntesis, el porcentaje del precio que corresponde a impuestos.

Fuente: DGVII (1999).

El riesgo de sufrir un accidente y su gravedad dependen de diversos factores (véase, por ejemplo, Loeb *et al.*, 1994). En primer lugar, de una serie de elementos objetivos, como el estado de la infraestructura viaria o el grado de seguridad de los vehículos para ocupantes y para peatones en caso de atropello, y en segundo lugar, de una serie de factores más subjetivos que tienen que ver con las características de los conductores (véase Maycock *et al.*, 1991), así como de otros elementos aleatorios, tales como factores ambientales, en los que la meteorología juega un papel importante. Maycock y Lockwood (1993) estimaron que el riesgo de sufrir un accidente automovilístico depende básicamente de la exposición a la conducción, edad y experiencia como conductor, siendo notorio el peso de esta última variable. En cualquier caso, el papel del conductor en los accidentes de tráfico es vital, y si a ello unimos los fallos de información (al no percibirse correctamente el grado de riesgo), la intervención sobre los conductores estaría plenamente justificada. Sin embargo, la actual política respecto al comportamiento del conductor tiende a penalizar las malas prácticas al volante en vez de incentivar las buenas (7).

En general, las políticas aplicadas no han perseguido una internalización de los costes, sino más bien la reducción del número de accidentes y víctimas, actuando en tres ámbitos: la infraestructura, los vehículos y los conductores.

En cuanto a las actuaciones sobre la infraestructura, cada vez se dedican mayores recursos a invertir en mejorar las carreteras con el fin de reducir los accidentes. Estas actuaciones pueden consistir en la alteración de la geometría de las carreteras con nuevos trazados, señalización,

etcétera. Sin embargo, la mayoría de estas inversiones en seguridad han sido reactivas en lugar de proactivas, es decir, se trata de actuaciones en vías con una historia de accidentes. Este tipo de actuación tiene varios inconvenientes (Milton y Mannering, 1998): en primer lugar, no evita los costes de accidentes, al actuar solamente cuando ya se han producido éstos, y en segundo lugar, dado el componente aleatorio de los accidentes, es muy difícil conocer si la historia de accidentes en una determinada carretera o sección de la misma se debe a las características de la vía o simplemente es consecuencia del azar (8).

Por su parte, las actuaciones sobre los conductores han tomado la forma de reglamentación de obligado cumplimiento en temas como la restricción de velocidad, el uso del cinturón de seguridad o la tasa de alcoholemia. En relación con la velocidad, algunos autores como Lave y Lave (1999) sostienen que no está clara la relación entre mayor velocidad y mayor número de accidentes. El análisis de la experiencia estadounidense muestra que tras la reducción del límite máximo de velocidad hasta 55 mph en 1974 se produjo una importante reducción de los accidentes; sin embargo, éstos también disminuyeron tras el aumento en los límites de 1987. La explicación es que el factor importante no es la velocidad, sino la varianza, o diferencia de velocidad entre los vehículos (9). De este modo, la coordinación de las velocidades de los vehículos creando un tráfico fluido es más importante que la velocidad en sí, por lo que la regulación óptima de la velocidad debería contemplar límites de velocidad máximos y mínimos (véase Rietveld y Shefer, 1998). Este razonamiento puede utilizarse además para defender la crea-

ción de carriles separados para vehículos lentos, como camiones o bicicletas, o la peatonalización de determinadas áreas urbanas; sin embargo, ello agravaría los problemas de congestión en las ciudades.

En cuanto al consumo de alcohol, su relación con mayores riesgos de accidente es clara (véase, por ejemplo Raffle, 1989), y las políticas para reducir sus efectos han sido ampliamente estudiadas (véase por ejemplo Cook y Tauchen, 1984, Saffer y Grossman, 1987; Kenkel, 1993, Ruhm, 1996). La regulación de factores como la edad mínima legal para consumir alcohol o la tasa de alcoholemia permitida al volante es una práctica común en la mayoría de los países desarrollados; sin embargo, su cumplimiento depende en gran medida de el grado de control policial, así como de la actitud responsable de los conductores, que puede aumentarse a través de campañas de información.

### **La política de reducción de accidentes en Europa y en España**

El Tratado de la Unión Europea establecía que la política común de transporte debería incluir medidas para promover la seguridad en el transporte; por ello, el Libro Blanco de la Comisión sobre el futuro desarrollo de la política común de transportes fue más allá de una simple aproximación modal al transporte e introdujo entre sus objetivos generales la mejora de la seguridad. Consistente con esto, la Comisión lanzó su Primer Programa de Acción de Seguridad en Carretera 1993-1996, que ha producido significativos avances, especialmente en el diseño de vehículos y en el transporte de

mercancías peligrosas, así como en la creación de una base de datos sobre accidentes con daños corporales en la UE (Proyecto CARE). Este programa tuvo su continuación, en 1997, en el segundo programa de acción «Promoción de la Seguridad vial en la UE», que cubrirá hasta el año 2001 (10).

La Comisión aboga por un planteamiento coste-beneficio en su futura política de seguridad vial. Así justificó la aplicación de lo que en su día se denominó la «regla del millón de ecus»; es decir, los cálculos de costes de cuidados médicos e intervenciones de servicios de policía y reparaciones de vehículos, así como las pérdidas de producción económica de los fallecidos o heridos, ascienden, por término medio, a un millón de ecus por víctima, con lo que estaría justificado económicamente adoptar medidas por dicho importe para salvar una vida. A partir de este planteamiento, la Comisión ha determinado ámbitos de actuación cuyos costes son inferiores a dicha cantidad, tales como el fomento del uso del cinturón de seguridad, el diseño de vehículos más seguros, el empleo de alarmas de colisión y reguladores de velocidad, el uso de alumbrado diurno, el control de la velocidad, la reducción de la tasa de alcoholemia, el estudio del efecto de drogas o medicamentos y la mejora de las infraestructuras.

En España, el organismo encargado de la seguridad vial es la Dirección General de Tráfico, dependiente del Ministerio del Interior, y los esfuerzos en temas de accidentes de carreteras se concretan en los planes de seguridad vial que cada año, desde 1980, elabora la Comisión Nacional de Seguridad de la Circulación Vial. El Plan de Seguridad Vial para 1999 incluye actuaciones

en materia de educación y formación vial, vigilancia y control, infraestructura y servicios, normativa, y estudios y programación. En abril de 1994, se firmó el Pacto Social por la Seguridad Vial, que ha sido suscrito por más de 500 corporaciones, organismos y entidades vinculadas a la carretera con el fin de fomentar acciones coordinadas encaminadas a mejorar la seguridad vial.

A continuación, se describen las principales actuaciones en materia de seguridad vial en los distintos ámbitos de actuación: infraestructura, vehículos y conductores (para una relación detallada de los diferentes instrumentos legales para aumentar la seguridad en la carretera en diferentes países europeos, véase ESC, 1997).

#### 1) *Actuaciones sobre la infraestructura*

El gasto en infraestructuras de transporte en Europa ha aumentado en un 50 por 100 desde 1985 a 1996 (DGVII, 1999), hasta rondar el 1 por 100 del producto interior bruto comunitario (el 65 por 100 del cual se ha invertido en carreteras). La infraestructura viaria española también ha mejorado notablemente en el último decenio, habiéndose triplicado la longitud de autopistas y autovías, y duplicado la de las carreteras de doble calzada (11). Los kilómetros de vías de gran capacidad (autopistas libres y de peaje y carreteras de doble calzada) han aumentado, pasando de 3.897 en 1990 a 6.919 en 1997. Esta mejora en la calidad de las infraestructuras ha repercutido directamente en las cifras de siniestralidad, ya que, a pesar de producirse mayor número de accidentes en zonas urbanas (en 1997 se produjeron 49.516 acci-

dentos en zonas urbanas, frente a 36.551 en carretera en España), la gravedad de los accidentes es mucho mayor en las carreteras (en 1997, el número de muertos en carretera fue cuatro veces mayor que en zonas urbanas en España), por lo que el aumento de carreteras de doble calzada tiene un efecto positivo al reducir los accidentes más graves (colisiones frontales y fronto-laterales a alta velocidad).

Sin embargo, la mayoría de los proyectos de inversión en infraestructuras de carreteras se han justificado por los ahorros de tiempo derivados de la reducción de la congestión, que suelen constituir entre el 70 y el 80 por 100 de los beneficios totales de proyectos de inversión en carreteras. Maddison *et al.* (1996) proponen aumentar los valores utilizados para la vida humana en dichos proyectos; con ello, se daría prioridad a inversiones en seguridad (que ahorrasen vidas) en vez de inversiones en capacidad (que ahorrasen tiempo).

#### 2) *Actuaciones sobre los vehículos*

La Comisión Europea, con el objetivo de crear un mercado para la seguridad en carretera, ha puesto en marcha el programa de asesoramiento sobre nuevos vehículos (*New Car Assessment Programme*, EuroNCAP). El objetivo es incentivar a los fabricantes a diseñar vehículos cada vez más seguros y ofrecer información al usuario acerca de cuáles son los modelos más seguros del mercado, estableciendo un sistema de calificación a través de estrellas (los vehículos con la calificación de cinco estrellas son los que cumplen con los niveles más elevados del mercado en seguridad). Los resultados del programa muestran importantes avan-

ces en seguridad activa y pasiva, tanto para los ocupantes como para los usuarios de la vía «desprotegidos» (peatones y ciclistas) en caso de atropello (12). En España, las actuaciones sobre los vehículos, además de las normas técnicas de fabricación de vehículos y los controles periódicos o inspecciones técnicas de vehículos, se han centrado en la renovación del parque, con el fin de conseguir los beneficios en términos de mayores niveles de seguridad y menores emisiones de gases contaminantes que se derivan de las mejoras incorporadas a los últimos modelos. En la actualidad, más del 70 por 100 del parque de vehículos en España tiene más de cinco años de antigüedad, y el 38 por 100, más de diez. Para promover la modernización del parque de vehículos, se han adoptado en el pasado programas que subvencionaron la compra de vehículos nuevos previo desguace de los antiguos. Así, los tres planes RENOVE implementados en 1994, tanto para turismos como para vehículos industriales, hicieron aumentar las bajas de vehículos un 33 por 100 en 1994 respecto al año 1993 (en 1995, por cada dos vehículos nuevos matriculado se dio de baja a otro). Similares efectos ha tenido el último plan PREVER (Real Decreto Ley 6/97, de 9 de abril), por el que las bajas aumentaron desde 482.945 en 1996 hasta 606.787 en 1997 (un 26 por 100).

### 3) *Actuaciones sobre los conductores*

Las actuaciones en este terreno se pueden clasificar en dos grandes tipos: en primer lugar, una legislación de obligado cumplimiento (con los debidos mecanismos de control y sanción) sobre diversos aspectos relacionados con el comportamiento de los conductores, y en segundo

lugar, campañas de concienciación para inculcar comportamientos más responsables acerca del cumplimiento de dicha legislación.

El cuadro n.º 1 recoge los límites de velocidad, pesos máximos autorizados y límites de alcohol en sangre aplicados en Europa. En cuanto a los límites de velocidad, se observa un cierto consenso general al fijarse en 50 km/h para las vías urbanas, entre 90 y 100 km/h para las carreteras interurbanas y en 120 km/h para las autopistas. Alemania es la excepción, al no existir limitación a la velocidad en autopistas, contando tan sólo con una recomendación de no superar los 130 km/h. La regulación española, para reducir la *varianza* de velocidades entre vehículos (que, como hemos visto, es un factor más importante que la velocidad en sí), impone límites de velocidad superiores e inferiores, restringiendo la circulación de vehículos lentos por vías rápidas.

En relación con las tasas de alcohol en sangre permitidas, España ha rebajado en mayo de 1999 el límite desde 0,8 a 0,5 gramos de alcohol por litro de sangre (0,25 mg/l en aire espirado), igualándose a lo que es tónica general en el resto de países europeos (a excepción de Irlanda, Italia y Reino Unido, donde se mantiene el límite de 0,8 gr/l, y de Suecia, en donde es 0,2 gr/l). Los límites de la normativa española se rebajan hasta 0,3 gr/l (0,15 mg/l en aire espirado) para conductores profesionales y conductores noveles, estos últimos durante los dos años siguientes a la obtención del permiso o licencia que habilita para conducir. La infracción a esta norma está considerada como muy grave, y puede ser sancionada con multas de hasta 100.000 pesetas y suspensión del permiso de conducir.

El grado de cumplimiento de la normativa en España ha mejorado en la última década. Las denuncias por cada 1.000 vehículos por infracciones del Código de Circulación se han reducido progresivamente hasta casi la tercera parte desde el año 1985, habiendo pasado el número de denuncias, en términos absolutos, de 3.619.283 en 1985 a 2.366.621 en 1996. Esto puede explicarse parcialmente por un comportamiento más responsable de los conductores, el cual puede fomentarse mediante un adecuado sistema de control y sanciones, así como a través de campañas de concienciación y educación vial. Ejemplos de esta filosofía son las campañas publicitarias como la campaña europea «diez segundos que pueden salvar tu vida», que hacía hincapié en la utilización del cinturón de seguridad, o en España los siete anuncios televisivos de la campaña VIVE (13) o la última campaña televisiva «Enseña a vivir» (14). En 1990, el Senado español creó una comisión especial para estudiar cómo mejorar la seguridad vial que destacó el papel primordial de la educación vial de todos los ciudadanos (15). Para implicar a todos los sectores sociales y aunar esfuerzos en el tema de la educación vial, el pleno extraordinario del Consejo Superior de Tráfico y Seguridad de la Circulación Vial del 30 de septiembre de 1997 propuso la declaración de 1999 como «Año de la educación vial» (16).

Es difícil distinguir cuál ha sido el efecto de las medidas tomadas sobre cada uno de los aspectos que influyen sobre los accidentes; en primer lugar, porque en un accidente casi siempre intervienen varios factores, y en segundo lugar, porque no todos los determinantes de un accidente llegan a conocerse con seguridad (17). Sin embargo, la ac-

ción conjunta de las políticas aplicadas ha logrado que los accidentes de tráfico sean una de las pocas estadísticas que ha ido mejorando constantemente a lo largo del tiempo en Europa (véase cuadro n.º 2). Desde 1970, se ha pasado de 73.558 muertes en accidentes de tráfico a 44.004 en 1996; es decir, se ha reducido en un 40 por 100, y el número de accidentes ha disminuido en un 10 por 100 en ese mismo período. Estas cifras mejoran considerablemente si tenemos en cuenta el gran aumento del tráfico en las últimas décadas: hay menos accidentes (los accidentes por cada kilómetro han disminuido en un 62 por 100), y éstos son cada vez menos graves (el número de muertos por cada accidente con víctimas se ha reducido en un 32 por 100). En los últimos treinta años, la probabilidad de morir en la carretera en la Unión Europea por cada kilómetro recorrido se ha reducido, por término medio, en un 75 por 100.

En España, la tónica no es sustancialmente diferente si se observa la evolución a largo plazo (véase gráfico 1). Así, frente a un crecimiento del parque del 263 por 100 entre 1972 y 1997, la tasa de siniestralidad ha disminuido a la mitad, y la gravedad de los accidentes se ha reducido en un 30 por 100 (19). Aunque ya se ha comentado la dificultad de precisar cuáles son los factores determinantes de los accidentes, cuatro factores destacan sobre los demás, estando presentes en el 75 por 100 de los accidentes ocurridos en España en 1998: 1) la distracción en la conducción (en el 23 por 100 de los casos); 2) la velocidad inadecuada para la vía o condiciones de circulación (en el 19 por 100); 3) la invasión del carril de circulación en sentido contrario (en el 19 por 100), y 4) las maniobras antirre-

glamentarias, sobre todo en adelantamientos (en el 15 por 100). En todos ellos, se constata que la actuación del conductor es la razón última del accidente, lo que justifica los grandes esfuerzos emprendidos en los programas de concienciación y la necesidad de continuarlos. A medida que los vehículos y las infraestructuras mejoran, el factor humano ha ido adquiriendo una mayor importancia relativa.

Es difícil predecir si se mantendrá la tendencia decreciente en las cifras de accidentes; sin embargo, éstas se verán afectadas por el previsible aumento del número de vehículos en circulación (y el consiguiente aumento en el riesgo de colisión), tal y como sugieren las últimas cifras de accidentes en España: el año 1998 se cerró con 3.612 accidentes mortales (un 5 por 100 más que en 1997) y 4.287 víctimas mortales (6,2 por 100 más que en 1997), habiendo aumentado el número de colisiones múltiples (directamente relacionadas con aumentos en los niveles de congestión) en 1998 en un 60 por 100 respecto a 1997. Las políticas llevadas a cabo hasta ahora se han mostrado eficaces en la reducción del número de accidentes y su gravedad; sin embargo, el crecimiento en el número de vehículos previsto por las organizaciones internacionales para los próximos años hace pensar en la necesidad de acercar al usuario los verdaderos costes sociales que el transporte genera a través de instrumentos económicos o de gestión de demanda.

#### **IV. LA CARRETERA Y LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE**

El transporte (principalmente el transporte por carretera) es responsable de gran parte de las

emisiones contaminantes urbanas, pero también lo es de otros fenómenos de alcance regional, como la lluvia ácida o el ozono troposférico, y mundial, como el efecto invernadero. A grandes rasgos, el transporte por carretera es responsable de más de la mitad de las emisiones totales de monóxido y dióxido de carbono, y de más de la tercera parte de las emisiones de óxidos de nitrógeno y de determinados compuestos orgánicos.

Las emisiones de los motores están compuestas por una gran cantidad de agentes contaminantes de compleja naturaleza, incluyendo cientos de componentes como gases, aerosoles y partículas. Algunos de estos contaminantes (denominados contaminantes primarios) se emiten directamente por los tubos de escape, mientras que otros (contaminantes secundarios) son el resultado de diversas reacciones fotoquímicas, siendo en ocasiones mucho más perjudiciales que sus propios precursores. Los principales contaminantes del aire emitidos por los motores de los vehículos incluyen monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>), partículas suspendidas (SPM), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y numerosos compuestos orgánicos volátiles (VOC) con efectos carcinógenos (20). Entre los VOC se encuentran varios compuestos altamente reactivos que se combinan fotoquímicamente en presencia de la luz solar con los óxidos de nitrógeno para formar ozono troposférico (O<sub>3</sub>), que en altas concentraciones provoca lo que se conoce como niebla fotoquímica (21). Se estima que, a nivel europeo (véase EEA, 1998b), el tráfico por carretera es responsable del 44 por 100 de las emisiones de NO<sub>x</sub>, el 56 por 100 de las de CO y el 31 por 100 de las de NMVOC (compuestos orgánicos volátiles no metano).

CUADRO N.º 2

## ACCIDENTES DE CARRETERA EN EUROPA

Miles de accidentes con víctimas y (entre paréntesis) número de muertos

	1970	1980	1990	1993	1994	1995	1996
Bélgica .....	77,0 (2.950)	60,8 (2.396)	62,4 (1.976)	54,9 (1.660)	53,0 (1.692)	50,7 (1.449)	48,8 (1.356)
Dinamarca.....	19,8 (1.208)	12,3 (690)	9,2 (634)	8,5 (559)	8,3 (546)	8,4 (582)	8,1 (514)
Alemania.....	377,6 (21.334)	379,2 (15.050)	340,0 (11.046)	385,4 (9.949)	392,8 (9.814)	388,0 (9.454)	373,1 (8.758)
Grecia .....	18,3 (931)	18,2 (1.225)	19,6 (1.737)	22,2 (2.159)	22,2 (2.253)	22,8 (2.411)	23,6 (2.531)
España .....	58,0 (4.197)	67,8 (5.017)	101,5 (6.948)	79,9 (6.378)	78,5 (5.615)	83,6 (5.751)	85,6 (5.483)
Francia .....	228,1 (15.090)	241,0 (12.540)	162,6 (10.289)	137,5 (9.867)	132,7 (9.019)	132,9 (8.891)	125,4 (8.541)
Irlanda .....	6,4 (540)	5,7 (564)	6,1 (478)	6,4 (431)	6,6 (404)	8,1 (437)	8,3 (453)
Italia .....	173,1 (10.208)	163,8 (8.537)	161,8 (6.621)	153,4 (7.163)	170,7 (7.091)	182,8 (7.020)	183,4 (6.676)
Luxemburgo .....	1,6 (132)	1,6 (98)	1,2 (71)	1,0 (76)	1,2 (74)	1,1 (68)	1,1 (72)
Holanda.....	58,9 (3.181)	49,4 (1.997)	44,9 (1.376)	40,2 (1.235)	41,4 (1.298)	42,6 (1.334)	41,4 (1.180)
Austria.....	51,6 (2.238)	46,2 (1.742)	46,3 (1.391)	41,8 (1.283)	42,0 (1.338)	39,0 (1.210)	38,3 (1.027)
Portugal.....	22,7 (1.417)	54,1 (2.262)	45,1 (2.321)	48,6 (2.700)	45,8 (2.504)	48,3 (2.711)	49,3 (2.730)
Finlandia .....	11,4 (1.055)	6,8 (551)	10,2 (649)	6,1 (484)	6,2 (480)	7,8 (441)	7,3 (404)
Suecia .....	16,6 (1.307)	15,2 (848)	17,0 (772)	15,0 (632)	15,9 (589)	15,6 (572)	15,3 (537)
Reino Unido .....	267,5 (7.770)	257,3 (6.240)	265,6 (5.402)	228,9 (3.957)	234,1 (3.807)	244,0 (3.765)	235,9 (3.742)

## TOTAL UE 15

(Índices entre paréntesis)

	1970	1980	1990	1993	1994	1995	1996
Accidentes (miles).....	1.388,6 (100,0)	1.379,4 (99,3)	1.293,5 (93,2)	1.229,8 (88,6)	1.251,4 (90,1)	1.275,7 (91,9)	1.244,9 (89,7)
Kms en coche (miles de millones)....	1.581,8 (100,0)	2.315,7 (146,4)	3.317,4 (209,7)	3.569,9 (225,7)	3.605,7 (227,9)	3.679,4 (232,6)	3.737,5 (236,3)
Muertos en accidentes de carretera	73.558 (100,0)	59.757 (81,2)	51.711 (70,3)	48.533 (66,0)	46.524 (63,2)	46.096 (62,7)	44.004 (59,8)
Accidentes por millón de km .....	0,878 (100,0)	0,596 (67,9)	0,390 (44,4)	0,344 (39,2)	0,347 (39,5)	0,347 (39,5)	0,333 (37,9)
Muertos por mil millones de km.....	46,503 (100,0)	25,805 (55,5)	15,588 (33,5)	13,595 (29,2)	12,903 (27,7)	12,528 (26,9)	11,774 (25,3)
Muertos por mil accidente .....	52,973 (100,0)	43,321 (81,8)	39,978 (75,5)	39,464 (74,5)	37,178 (70,2)	36,134 (68,2)	35,347 (66,7)

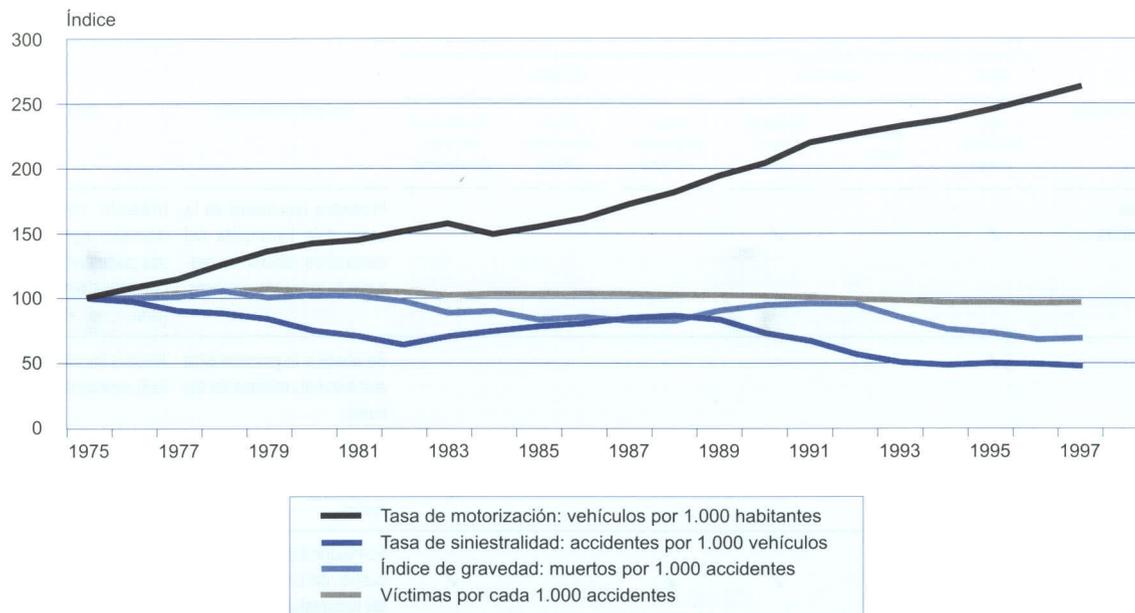
## Notas:

Se consideran muertos en accidente de tráfico aquellos que fallecen dentro de los 30 días siguientes al accidente.

Para países que no utilizan esta definición (Francia seis días; Italia siete días; Portugal un día; Grecia tres días; y España un día, hasta 1990), se han aplicado factores de corrección.

Fuente: DGVII (1999).

**GRÁFICO 1  
EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO Y ACCIDENTES EN ESPAÑA**



El cuadro n.º 3 resume las principales fuentes de los contaminantes más comunes del transporte, así como sus impactos clasificados según su alcance geográfico sea local, regional o global.

En cuanto a los impactos locales, destacan los graves riesgos para la salud (especialmente para los grupos de riesgo como niños, ancianos, fetos y enfermos) que implican las altas concentraciones de emisiones contaminantes que se producen, por ejemplo, en las áreas urbanas. Los principales efectos incluyen el agravamiento de las afecciones respiratorias y cardíacas, aunque se tiene también certeza del carácter carcinógeno y neurotóxico de varios compuestos orgánicos volátiles (VOC). Otras sustancias perniciosas, como el plomo o los compuestos orgánicos halogenados, se introducen también en el cuerpo humano a través de su inhalación o

ingestión al depositarse sobre los alimentos. Se estima que la contaminación del aire podría causar entre 40.000 y 150.000 muertes en adultos en las ciudades de la Unión Europea (EEA, 1999); sin embargo, la cifra exacta es difícil de precisar, ya que el daño final provocado por la contaminación se debe a la combinación de diversos factores cuya acción conjunta es difícil de modelizar. Así, el nivel de coste social generado está relacionado con factores como: el tipo de fuente de emisión (si ésta es estacionaria o móvil) y su localización (en zonas urbanas, y especialmente en las cercanías de las vías con mayor densidad de tráfico, o en zonas rurales), el nivel de emisiones (que depende del tamaño del parque de vehículos, su composición y antigüedad), el nivel de exposición (tanto humana como de los edificios y plantas, que depende de la distancia a la fuente

emisora, así como del patrón de dispersión de cada contaminante) y, finalmente, el nivel de sensibilidad de quien está expuesto.

Además de los impactos locales de la contaminación, existen otros efectos (impactos regionales o transfronterizos) que persisten aun a larga distancia. Un ejemplo es la acidificación producida por los óxidos de nitrógeno o los óxidos de azufre procedentes de las emisiones de Gran Bretaña que afecta a los bosques escandinavos: el dióxido de azufre  $SO_2$  se concentra en las nubes y, tras un proceso de oxidación, reacciona con el agua para formar ácido sulfúrico, altamente corrosivo, que se precipita en forma de lluvia ácida, en ocasiones a gran distancia del lugar en el que se generó la emisión. Esta lluvia ácida destruye los bosques y cultivos, afecta al suelo, contamina las aguas y ocasiona desperfectos importantes en edifi-

CUADRO N.º 3

FUENTES E IMPACTOS DE LOS PRINCIPALES CONTAMINANTES DEL TRANSPORTE

CONTAMINANTE	TIPO DE IMPACTO						FUENTE DE EMISIÓN	EFECTOS
	LOCAL	REGIONAL		GLOBAL				
	Altas concentraciones	Acidificación	Oxidantes fotoquímicos	Efecto invernadero indirecto	Efecto invernadero directo	Agotamiento del ozono estratosférico		
Partículas suspendidas .....	✓		✓				Productos resultantes de la combustión incompleta del combustible; también del desgaste de frenos y neumáticos.	Irritación de membranas mucosas; agrava afecciones respiratorias y pulmonares; potencialmente carcinógeno.
Plomo .....	✓						Se añade a la gasolina para aumentar el rendimiento del motor.	Afecta a los sistemas circulatorio, reproductor y nervioso.
Monóxido de Carbono (CO).....	✓		✓	✓			Productos de la combustión incompleta de combustibles fósiles.	Reduce la capacidad de transportar oxígeno de los glóbulos rojos.
Oxidos de Nitrógeno (NOx) ..	✓	✓	✓	✓		✓	Formación a partir de la combustión del combustible a altas temperaturas.	Irritación pulmonar; incrementa la susceptibilidad a las infecciones por virus; inhibe el crecimiento de las plantas; contribuye a la lluvia ácida que destruye cosechas, bosques, contamina aguas y daña edificios.
Compuestos volátiles orgánicos (VOC) ..	✓		✓	✓			Combustión de derivados del petróleo; también por la evaporación de combustible.	Amplia variedad de impactos, incluyendo irritación ocular e intoxicación; carcinógeno.
Ozono troposférico (O <sub>3</sub> ) ..		✓	✓	✓			No es un gas de la combustión; producto de la reacción fotoquímica de NO <sub>x</sub> y VOC en presencia de luz solar.	Irrita las mucosas y membranas del sistema respiratorio; provoca dolor de cabeza; debilita el sistema inmunológico.
Metano (CH <sub>4</sub> ) .....				✓	✓		Pérdidas o escapes durante la producción, transporte, llenado y uso del gas natural.	
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) ....					✓		Producto de la combustión de combustibles fósiles.	
Óxido nítrico (NO <sub>2</sub> ).....					✓	✓	Producto de la combustión de combustible y biomasa; también se forma en los catalizadores.	Calentamiento global debido al efecto invernadero.
Clorofluorocarbonos (CFC) ..				✓	✓	✓	Escapes de agentes refrigerantes en sistemas de aire acondicionado.	
Anhídrido de Sulfuro (SO <sub>2</sub> ) .....	✓	✓		✓			Combustión combustibles fósiles, fundamentalmente gasóleo de automoción usado en vehículos diesel.	Agrava patologías respiratorias; provoca lluvia ácida.

Fuente: Elaboración propia a partir de OECD (1997).

cios y monumentos históricos. Otro contaminante transfronterizo es el ozono troposférico, que se forma por la reacción de VOC y NO<sub>x</sub> fundamentalmente en los meses de verano (debido a las mayores temperaturas), con importantes efectos sobre la salud y la vegetación (véase por ejemplo, MMA, 1997).

Por último, uno de los problemas medioambientales de mayor envergadura asociado al transporte es el cambio climático debido al calentamiento de la atmósfera (22), derivado del efecto invernadero. El transporte contribuye a este impacto global tanto de una forma directa, a través de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>, el cual es responsable del 64 por 100 del efecto invernadero en Europa, véase EEA, 1999), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (NO<sub>2</sub>), como de una forma indirecta, a través de las emisiones de CO, NO<sub>x</sub>, VOC, O<sub>3</sub> y SO<sub>2</sub>. En la Unión Europea, la parte de las emisiones totales de CO<sub>2</sub> procedentes del transporte pasó del 19 por 100 en 1985 al 26 por 100 en 1995, la mitad de las cuales tiene su origen en los vehículos de turismo. Las diferentes medidas posibles (véase OECD, 1997) para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> se encuentran con un importante obstáculo para su puesta en práctica: una vez reducidas las emisiones, han de pasar varios años hasta que las concentraciones en la atmósfera disminuyan apreciablemente, por lo que este desfase entre las medidas y sus efectos hace políticamente poco atractiva para los gobiernos la adopción de medidas urgentes para atajar este problema. Por ello, se hizo necesaria la adopción de medidas en un ámbito supranacional, que se concretaron en el Protocolo de Kioto de diciembre de 1997.

La internalización de todos los costes sociales derivados de la

contaminación atmosférica, aplicando el principio de «el que contamina paga» propugnado por la Comisión Europea (Commission, 1996), requiere la previa estimación de dichos costes. Sin embargo, la gran cantidad de factores que intervienen, así como la dificultad de su estimación, hacen que el cálculo del coste que la contaminación del aire impone a la sociedad esté lleno de incertidumbres. En general (véase Boyer, 1998; Commission, 1996), la medición del coste utiliza información sobre la cantidad de kilómetros recorridos por diferentes tipos de vehículos que utilizan distintos combustibles, la cantidad de emisiones generadas por km y por tipo de combustible, la concentración de contaminantes, el nivel de exposición por unidad de concentración, las consecuencias del nivel de concentración (utilizando algún modelo dosis-respuesta) y el coste por unidad de consecuencia de la contaminación. Para cada una de esas variables, la incertidumbre es muy grande, ya que, en primer lugar, el nivel de emisiones varía incluso para dos vehículos iguales, al depender del tipo de conducción y del grado de mantenimiento del vehículo; en segundo lugar, la concentración y el nivel de exposición dependen de patrones de emisión-dispersión complejos, en los que influyen la naturaleza de la emisión, las reacciones fotoquímicas entre los contaminantes y factores ambientales como el viento, y en tercer lugar, las consecuencias de la exposición varían con el tipo de individuo y su sensibilidad a determinados contaminantes (véase Maddison *et al.*, 1996, para una revisión de diversos estudios que estiman estos costes sociales).

Dos son los tipos de instrumentos utilizados para combatir la contaminación del aire (véase cuadro n.º 4): instrumentos eco-

nómicos basados en los incentivos de mercado, y la regulación directa a través de controles y reglamentaciones, como la fijación de distintos tipos estándares o medidas de control del tráfico.

En cuanto a los incentivos económicos, el más defendible desde el punto de vista de la eficiencia económica es el establecimiento de un sistema de tasas en el que se pagase en función del coste generado. Sin embargo, aunque los sistemas de tarificación electrónica del uso de la carretera están lo suficientemente desarrollados, su aplicación se ha limitado a la internalización del coste por congestión, debido a las dificultades de medición de los costes derivados de la contaminación del transporte, por lo que, en la práctica, los incentivos de mercado se han centrado en la utilización de impuestos o en subvenciones para el transporte público. Acompañando a éstos, se han utilizado diferentes instrumentos de regulación, destacando la fijación de estándares tanto para los vehículos (estándares de emisión de gases) como para los combustibles (en su composición o en su eficiencia) y el tráfico (en aspectos como la velocidad). Adicionalmente, es común la utilización de instrumentos de gestión del tráfico que pueden incidir sobre la oferta o sobre la demanda de transporte; entre ellos (véase Hall, 1995) destacan la mejora del transporte público, la utilización de carriles reservados para bicicletas o vehículos de transporte colectivo, la restricción de acceso o la peatonalización de determinadas áreas.

### **Política europea y española para controlar la contaminación del aire**

Los impactos del transporte sobre el medio ambiente han ido

CUADRO N.º 4

**POLÍTICAS PARA CONTROLAR LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE**

	INCENTIVOS DE MERCADO		CONTROLES Y REGLAMENTACIONES	
	Directos	Indirectos	Directos	Indirectos
Vehículo .....	— Tasas de emisión	— Licencias. — Diferenciación impositiva. — Ayudas impositivas para nuevos equipos.	— Estándares de Emisión.	— Inspección y mantenimiento obligatorios. — Uso obligatorio de vehículos poco contaminantes. — Desguace obligatorio de vehículos viejos muy contaminantes.
Carburante .....		— Diferenciación impositiva. — Impuestos a las gasolinas.	— Composición del carburante. — Desfase de gasolinas muy contaminantes.	— Estándares de eficiencia en el consumo de gasolina.
Tráfico.....		— Impuestos de congestión. — Parquímetros. — Subvenciones a los modos de transporte menos contaminantes.	— Limitaciones físicas al tráfico. — Rutas obligatorias.	— Estándares de velocidad. — Restricciones al uso del automóvil. — Prioridades al transporte público (e.g., carril-bus).

Fuente: CARBAJO (1991).

ocupando un papel cada vez más predominante en las políticas de transporte de los diferentes gobiernos. Para contener dichos impactos, las políticas a escala nacional y europea se han centrado en la utilización de incentivos económicos basados en la diferenciación impositiva y en la regulación de estándares, dejando a los gobiernos locales la utilización de instrumentos de control del tráfico, recomendando aquéllos que fomenten la utilización de los modos menos contaminantes.

Aunque existen algunas tasas que gravan las emisiones de contaminantes, éstas se aplican en general a las emisiones procedentes de la industria; en el caso del transporte, la aplicación de incentivos económicos se ha basado en la subvención de modos menos contaminantes (como el programa TEN -Trans-European Networks, que intenta potenciar el uso del ferrocarril) y funda-

mentalmente en la utilización de impuestos (como aquéllos que gravan la compra de vehículos, la propiedad —impuesto de circulación— o el combustible). Es práctica habitual la fijación de precios o impuestos diferenciales para fomentar la utilización de alternativas menos contaminantes (véase Crawford y Smith, 1995). Entre estas medidas pueden incluirse (Gwilliam, 1997) diferenciales para fomentar la venta de vehículos con convertidores catalíticos (23), diferenciales entre los precios del diesel y la gasolina, las sobrecargas del precio del combustible por el azufre contenido en el gasoil, o impuestos más bajos para combustibles más limpios, como el gas natural comprimido (24) (para una comparación de la contaminación de distintos carburantes alternativos, véase Michaelis, 1995). Quizás el diferencial más ampliamente usado es el de la gasolina con y sin plomo, que ha

inducido cambios apreciables en las decisiones de compra en favor de los vehículos que utilizan gasolina sin plomo. Crawford y Smith (1995) apuntan que la diferenciación impositiva a favor del diesel podría provocar un cambio en el mercado similar al que produjo la diferencia de precios entre la gasolina con y sin plomo. Las cifras para España apuntan en esta dirección, ya que la cuota de mercado de los vehículos diesel ha aumentado sustancialmente, pasando de un 17,7 por 100 en 1989 a un 29 por 100 en 1988 (DGT, 1999). Aunque los vehículos diesel son superiores a los de gasolina en cuanto a las emisiones de contaminantes, no sucede igual si se comparan con vehículos de gasolina dotados de catalizadores (obligatorios en la UE), por lo que algunos autores como Crawford y Smith (1995) sugieren que debería reducirse esta diferenciación impositiva.

Acompañando a la diferenciación impositiva, la práctica habitual en toda la Unión Europea (y en todo el mundo) es la regulación de estándares de los niveles de emisión y de concentración de contaminantes, así como de composición de los combustibles. Desde que en 1996 se pusiera en marcha la *Directiva marco sobre la calidad del aire* (96/62/EC), se han producido varias propuestas de directivas de desarrollo que han ido reduciendo progresivamente los estándares de emisión (los últimos estándares europeos están contenidos en el cuadro n.º 5, mientras que los niveles guía de concentración de la OMS figuran en el cuadro número 6), habiendo conseguido el desarrollo de combustibles y vehículos mucho más limpios y eficientes en el uso de la energía

para combatir la contaminación del aire local y regional. El quinto programa comunitario de actuación en materia de medio ambiente *hacia un desarrollo sostenible* incluyó al transporte como uno de los sectores clave de intervención, haciendo mención a la urgencia para mejorar la calidad de los combustibles.

Con este fin, la Unión Europea puso en marcha el programa *Auto Oil*, con participación de la industria automovilística y petrolera, cuyos resultados sirvieron de *inputs* para la elaboración de una serie de propuestas de directivas (25), entre las que destacan la reducción de los límites de emisión para los vehículos en el año 2000 y en el año 2005, la fijación de nuevos estándares para la gasolina y el diesel con efec-

to en el año 2000 (26) y la eliminación del combustible con plomo en el año 2000 (27) (con posibilidad de derogación hasta el 2005). Los efectos esperados de las medidas del programa *Auto Oil*, en cuanto reducción de las emisiones del transporte por carretera, son sustanciales (véase cuadro n.º 7). Se espera una propuesta a finales de 1999 para desarrollar el programa *Auto Oil II*.

En cuanto al problema del efecto invernadero, la necesidad de abordar el problema del cambio climático desde una perspectiva mundial dio lugar a la aprobación del Protocolo de Kioto de 10 de diciembre de 1997 (firmado por España y por la UE en su conjunto en mayo de 1998). El objetivo del Protocolo es reducir

CUADRO N.º 5

ESTÁNDARES EUROPEOS PARA EMISIONES Y CONTENIDO DE LOS COMBUSTIBLES

		EMISIONES			
		CO g/km	VOC g/km	NO <sub>x</sub> g/km	Partículas g/km
Gasolina .....	EURO III (a)	2,3	0,2	0,15	
	EURO IV (b)	1,0	0,1	0,08	
Diesel.....	EURO III	0,64	0,56	0,5	0,05
	EURO IV	0,50	0,30	0,25	0,025

		COMBUSTIBLES (c)			
		Azufre (S) mg/kg	Benceno (porcentaje)	Compuestos aromáticos porcentaje vv (e)	Plomo (f)
Gasolina .....	EURO III	150 (d)	1	42	Prohibido
	EURO IV	50		35	Prohibido
Diesel.....	EURO III	350			
	EURO IV	50			

Notas:

(a) EURO III: Valores obligatorios para el 1 de enero del año 2000.

(b) EURO IV: Valores indicativos para el 1 de enero del año 2005.

(c) Combustibles usados para encendido en frío.

(d) Este requerimiento obligatorio puede prorrogarse hasta el principio del 2003 en la mayoría de los estados miembros por razones socio-económicas.

(e) valor por volumen.

(f) Un estado miembro puede requerir una prórroga para la prohibición de la gasolina sin plomo, si puede probar que dicha prohibición causaría serios problemas socio-económicos o que no implicaría ningún beneficio para la salud o el medio ambiente debido, por ejemplo, al clima del país. El combustible no podrá no obstante contener más de 0,15 gramos de plomo por litro. El combustible con plomo utilizado en los vehículos más antiguos y distribuido para grupos específicos de interés no estará sujeto a esta prohibición. Sin embargo, las ventas de gasolina con plomo no podrán exceder el 0,5 por 100 del total de ventas de gasolina.

Fuente: Elaborado a partir de CHRISTENSEN *et al.* (1998) y DGVII (1999).

CUADRO N.º 6

NIVELES GUÍA DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD Y GRADO DE CUMPLIMIENTO EN EUROPA PARA LOS PRINCIPALES CONTAMINANTES DEL TRANSPORTE

	VALOR GUÍA (a)	PERIODO TEMPORAL	CONCENTRACIÓN MEDIA (b)	
			1990	2010
Monóxido de Carbono (CO).....	100 mg/m <sup>3</sup>	15 min.		
	60 mg/m <sup>3</sup>	30 min.		
	30 mg/m <sup>3</sup>	1 hora		
	10 mg/m <sup>3</sup>	8 horas		
Ozono (O <sub>3</sub> ).....	180 µg/m <sup>3</sup>	1 hora	289 (1 h.)	253 (1 h.)
	120 µg/m <sup>3</sup>	8 horas		
<i>Directiva europea 92/72: contaminación por O<sub>3</sub></i>				
Umbral de protección a la salud.....	110 µg/m <sup>3</sup>	8 horas		
Umbrales de protección a la vegetación .....	200 µg/m <sup>3</sup>	1 hora		
	65 µg/m <sup>3</sup>	24 horas		
Umbral de información al público.....	180 µg/m <sup>3</sup>	1 hora		
Umbral de alerta a la población .....	360 µg/m <sup>3</sup>	1 hora		
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) .....	200 µg/m <sup>3</sup>	1 hora		
	40 µg/m <sup>3</sup>	anual	56 (anual)	41 (anual)
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ).....	500 µg/m <sup>3</sup>	10 min.		
	125 µg/m <sup>3</sup>	24 horas	220 (24 h.)	75 (24 h.)
	50 µg/m <sup>3</sup>	anual		
Partículas (c) .....	No existe nivel			
PM <sub>10</sub> .....	40 µg/m <sup>3</sup>	anual	42 (anual)	29 (anual)
Benceno (b) .....	5 µg/m <sup>3</sup>	anual	8,1 (anual)	3 (anual)
	(Entre 4,4 y 7,5) x 10 <sup>-6</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	UR/toda la vida (d)		
Plomo.....	0,5 µg/m <sup>3</sup>	anual		
Compuestos no carcinógenos de las emisiones de los motores diesel .....	5,6 µg/m <sup>3</sup>	anual		
Compuestos carcinógenos de las emisiones de los motores diesel (e) .....	(Entre 1,6 y 7,1) x 10 <sup>-5</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	UR/ toda la vida (d)		
Benzo(a)Pyrene [B(a)P] (e) .....	1 ng/m <sup>3</sup>	anual	2,7 (anual)	2,1 (anual)

Notas:

(a) Niveles cuya superación entraña riesgo para la salud

(b) Niveles de concentración media ponderada en las poblaciones de la UE. Para el año 2010 valor previsto.

(c) No existe nivel recomendado. La OMS trabaja con estimaciones lineales del porcentaje de incremento de mortalidad y admisiones hospitalarias con relación a los niveles de concentración de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> (partículas de diámetro 10 y 2,5 micras respectivamente). En OECD (1997) se recomiendan valores de PM<sub>10</sub> inferiores a 15-20 µg/m<sup>3</sup> de media anual para minimizar el riesgo.

(d) UR (unidades de riesgo) es el exceso de riesgo de morir por cáncer debido a una exposición durante toda la vida. Así, un valor de 6 en el caso del benceno significaría que seis personas de cada millón morirían si fuesen expuestas a unas concentraciones de 1 µg/m<sup>3</sup> de benceno durante toda la vida.

(e) En OECD (1996) se recomienda un límite de 2,0 µg/m<sup>3</sup> de media anual para el Benceno, de 0,1 µg/m<sup>3</sup> para el 1-3 Butadieno y de 0,5 µg/m<sup>3</sup> para hidrocarburos como el Benzo(a)pyrene.

Fuente: OMS (1997) y EEA (1998a y b).

una media del 5,2 por 100 las emisiones de seis gases de efecto invernadero (28), referidos a sus equivalente en CO<sub>2</sub>. Las cuotas de reducción fijadas fueron el 7 por 100 para EE.UU., el 6 por 100 para Japón y el 8 por 100 pa-

ra el conjunto de la UE. Sin embargo, este reparto no tiene carácter obligatorio. Para conseguir el objetivo de reducción del 8 por 100, la Comisión Europea estimó que será necesario reducir un 12-13 por 100 las emisiones de

CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y NO<sub>2</sub> con respecto a los niveles de 1990. El reparto de cargas entre los estados miembros de la UE se acordó en el Consejo de Ministros de Medio Ambiente de la Unión Europea de junio de 1998; según dicho

CUADRO N.º 7

**EFFECTOS ESTIMADOS SOBRE EL TRANSPORTE POR CARRETERA DE LA APLICACIÓN  
DEL PAQUETE DE MEDIDAS (DIRECTIVAS) DEL PROGRAMA AUTO OIL**

	<i>Emisiones en 2010 como porcentaje de los niveles de 1990 SIN las medidas del programa Auto Oil</i>	<i>Emisiones en 2010 como porcentaje de los niveles de 1990 CON las medidas del programa Auto Oil</i>
NOx urbano .....	37	23
PM urbanas .....	79	37
CO urbano .....	20	10
VOC urbanos .....	23	23

Fuente: EEA, 1999.

acuerdo, los 8 países más contaminantes (Austria, Bélgica, Dinamarca, Alemania, Italia, Luxemburgo, Holanda y Reino Unido) reducirán sus emisiones, mientras que los cuatro países cuyas emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita se sitúan por debajo de la media comunitaria (España, Portugal, Grecia e Irlanda) limitarán su incremento hasta el 15 por 100.

La Unión Europea trabaja desde 1996 en la elaboración de una estrategia comunitaria post-Kioto para frenar las emisiones de CO<sub>2</sub> de los automóviles y mejorar el ahorro de combustible (COM(98)353 final). La Comisión Europea alcanzó, en julio de 1998, un acuerdo con la industria automovilística europea (COM(98)495) para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> de los nuevos vehículos particulares en un 25 por 100 (hasta 140 g/km) entre 1995 y el año 2008 (Commission, 1998b); sin embargo, el objetivo de la Comisión es reducir estas emisiones hasta 120 g/km para el año 2005 ó 2010 como muy tarde. El Consejo de Ministros de la UE, en diciembre de 1998, aprobó una posición común de cara a una propuesta de directiva que obligaría a un sistema de etiquetaje de los nuevos vehículos ofreciendo información a los consumidores sobre los niveles de consumo

de combustible y emisiones de CO<sub>2</sub> de cada modelo (29).

En general, las políticas de control de la contaminación debida al transporte aplicadas en España no difieren de las comunitarias descritas hasta ahora. La legislación se circunscribe al marco legislativo comunitario y a los acuerdos internacionales suscritos, de cuya trasposición se encarga el Ministerio de Medio Ambiente, creado en mayo de 1996. Sin embargo, las comunidades autónomas poseen determinadas competencias en materia de medio ambiente y capacidad normativa propia para desarrollar normas complementarias a las estatales. Para resolver cuestiones planteadas en la aplicación de la política medioambiental, y en especial las relacionadas con la UE, se ha creado la Conferencia Sectorial del Medio Ambiente, que es un órgano de cooperación entre la Administración General del Estado y las comunidades autónomas. Finalmente, los ayuntamientos pueden también desarrollar aspectos concretos de exclusiva aplicación en sus correspondientes términos municipales (30). Las comunidades autónomas y los entes locales cuentan con equipamiento técnico para el control y vigilancia de la calidad

del aire, cedido por el Ministerio de Medio Ambiente (31). En relación con el problema del efecto invernadero, y para cumplir con el objetivo de aumento del 15 por 100 respecto a los niveles de emisión de CO<sub>2</sub> en 1990, se creó a principios de 1998 el Consejo Nacional del Clima (32), responsable de elaborar la *Estrategia Nacional frente al Cambio Climático*. Sin embargo, no se posee todavía una estrategia española que disponga de mecanismos de actuación frente al cambio climático. La adopción de cualquier medida está además dificultada por la dispersión de competencias, y el ámbito de actuación del Consejo es limitado.

Es indudable que las políticas relativas al control de la contaminación derivada del transporte han tenido resultados positivos en cuanto a la reducción de emisiones en los últimos años; además, se ha avanzado también de forma sustancial en lo que se refiere a la recopilación y difusión de información (33). Así, se ha producido una reducción de las concentraciones de SO<sub>2</sub>, partículas y plomo (34) como consecuencia de la puesta en práctica de las directivas que obligan a utilizar gasolina sin plomo y catalizadores (EEA, 1998b). Sin embargo, el aumento del núme-

ro de vehículos con catalizador ha hecho aumentar las emisiones de NO del transporte (aunque el resultado global es una disminución del 5 por 100 entre 1990 y 1996, debido a la reducción de emisiones procedentes de la industria), así como las de benceno (cuyas concentraciones han aumentado por el uso de gasolina sin plomo en vehículos no equipados de catalizadores). Los niveles de contaminantes fotoquímicos (CO, NO<sub>x</sub>, VOC, CO<sub>e</sub>, indirectamente, O<sub>3</sub>) siguen siendo altos en la mayoría de las ciudades europeas (EEA, 1998a), aunque muestran un ligero descenso desde 1990 hasta 1995, y la mayoría de los límites de concentración de con-

taminantes atmosféricos fijados por la OMS (véase cuadro n.º 6) siguen superándose con mucha frecuencia en la mayoría de las ciudades europeas (EEA, 1998a; véase también cuadro número 8).

Las emisiones de CO<sub>2</sub> han disminuido un 1 por 100 entre 1990 y 1996 debido, en parte, al bajo crecimiento económico registrado en ese periodo, y en parte al aumento de la eficiencia energética y a las políticas llevadas a cabo para reducir las emisiones. Sin embargo, las previsiones del último informe de la Unión Europea (EEA, 1999) para el futuro apuntan a que los aumentos de emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes del transporte (un

22 por 100 entre los años 1990 y 2000, y un 39 por 100 para el 2010), debido al elevado ritmo de crecimiento del parque de vehículos, compensarán las reducciones en las emisiones procedentes de la industria (un 15 por 100 menos en 2010 con respecto a 1990), lo cual haría aumentar las emisiones globales de CO<sub>2</sub> en un 8 por 100 si no se adoptan medidas.

La situación en España no difiere sustancialmente de la ya mencionada. Como ejemplo, los datos del Ministerio de Medio Ambiente (MMA, 1997) acerca de la red de vigilancia de la contaminación atmosférica española muestran que los límites de O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, Plomo, SO<sub>2</sub> y partículas en

CUADRO N.º 8

POLUCIÓN DEL AIRE EN LAS PRINCIPALES CIUDADES EUROPEAS. 1995

País	Ciudad	Población de la ciudad (miles)	Total de partículas suspendidas (µg/m³)	Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) (µg/m³)	Dióxido de Nitrógeno (µg/m³)
Austria	Viena	2.060	47	14	42
Bélgica	Bruselas	1.122	78	20	48
Dinamarca	Copenhague	1.326	61	7	54
Finlandia	Helsinki	1.059	40	4	35
Francia	París	9.523	14	14	57
Alemania	Francfort	3.606	36	11	45
	Berlín	3.317	50	18	26
	Munich	2.238	45	8	53
	Accra	1.673	137	—	—
Grecia	Atenas	3.093	178	34	64
Irlanda	Dublín	911	—	20	—
Italia	Milán	4.251	77	31	—
	Roma	2.931	73	—	—
	Turín	1.294	151	—	68
Holanda	Amsterdam	1.108	40	10	58
Portugal	Lisboa	1.863	61	8	52
España	Madrid	4.072	42	11	25
	Barcelona	2.819	117	11	43
Suecia	Estocolmo	1.545	9	5	29
Reino Unido	Londres	7.640	—	25	77
	Manchester	2.434	—	26	49
	Birmingham	2.271	—	9	45
Estándares de concentración media anual de la Organización Mundial de la Salud (1995)			90	50	50

Nota: Los niveles de contaminación recogidos proceden de fuentes tanto móviles como estacionarias.

Fuente: WORLD BANK (1998).

suspensión son superados con mucha frecuencia. Sin embargo, estas mediciones están influidas por el tipo de estación de medida, así como por su número. Así, las superaciones de los niveles de ozono fueron mayores en comunidades en las que existen mayor número de estaciones rurales (ubicadas lejos de la fuente emisora, y por tanto más apropiadas para medir los niveles de O<sub>3</sub>). Aunque las estaciones de medida no pueden diferenciar la fuente emisora, más de la mitad de las mismas están situadas en calles con tráfico considerable (más de 2.000 vehículos/día), por lo que la mayoría de las emisiones captadas tienen su origen en el tráfico rodado.

Según la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA, 1999), en España los niveles de CO<sub>2</sub> han aumentado un 8 por 100 entre 1990 y 1995. Un estudio reciente (35) muestra que, por ejemplo, los niveles de humos negros en Vigo son los más altos de Europa, superando incluso a los de Atenas. En cuanto al problema del cambio climático, las perspectivas de cumplir el objetivo para España de incremento del 15 por 100 sobre el nivel de 1990 de las emisiones de CO<sub>2</sub> no son muy optimistas. En 1995 ya se había aumentado hasta el 8 por 100, y aunque no se dispone de datos posteriores, considerando la importancia del transporte y el rápido incremento del parque de automóviles en los últimos años, el objetivo del 15 por 100 parece difícil de cumplir.

Carbajo (1995) ha apuntado varias limitaciones de la política comunitaria en este terreno: 1) la uniformidad en el tratamiento y control de la contaminación del aire; 2) la necesidad de combinar las regulaciones técnicas con un mayor uso de los incentivos económicos; 3) el hecho de que la política comunitaria se centre en

las emisiones unitarias sin prestar atención al volumen de demanda, y 4) el reparto institucional de instrumentos debería ser tal que se dejase la internalización de los costes externos en manos de los gobiernos regionales y locales, debiendo intervenir la comunidad solamente en casos justificados por razones de coste-efectividad (por ejemplo en fenómenos de contaminación regional o global).

Algunas de estas limitaciones están siendo solventadas. Así, las conclusiones del primer programa *Auto Oil* apuntaron a que, dado que las características de la contaminación varían según ciudades y regiones (véase cuadro n.º 8), un tratamiento uniforme para toda Europa, tal y como se ha venido haciendo hasta ahora, no está justificado. La última propuesta de directiva relativa a los límites máximos nacionales de emisión propone un tratamiento diferenciado, al fijar, por primera vez, en cada estado miembro límites específicos de las emisiones de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, VOC y amoníaco para el 2010, dejando a cada uno de ellos la determinación de las actuaciones y medidas más apropiadas para cumplir con estos límites de acuerdo con sus circunstancias particulares.

Sin embargo, aún persisten varias de las limitaciones apuntadas. En primer lugar, la política europea de estándares se limita al control de las emisiones unitarias (emisiones por vehículo-km) y no presta atención al volumen de demanda (vehículos-km realizados). Las reducciones de los niveles de contaminación en los últimos años en Europa son, en gran parte, resultado de las mejoras en vehículos y combustibles; sin embargo, las previsiones de la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA, 1999) apuntan a que el límite de reduc-

ciones en las emisiones por kilómetro puede estar cercano, por lo que en un futuro las emisiones podrían volver a aumentar debido a un crecimiento en el número de kilómetros recorridos más que proporcional a la reducción de emisiones por kilómetro. Y, en segundo lugar, aparte de determinados incentivos fiscales y de una diferenciación impositiva en los combustibles, no se aplican instrumentos e incentivos económicos tendentes a internalizar los costes externos, tal y como se apunta en el Libro Verde de la Comisión (Commission, 1996), y que actúen directamente sobre la demanda.

A pesar del importante papel de las nuevas tecnologías en la reducción del impacto medioambiental del transporte, el uso exclusivo de medidas técnicas no parece garantizar la solución de los problemas (véase Gwilliam y Geerlings, 1994), por lo que se hace necesario promover la utilización de instrumentos económicos, los cuales se han demostrado mucho más efectivos (el doble de efectivos según Cameron, 1991) que el resto de instrumentos de control del tráfico no basados en el mercado.

## V. CONCLUSIONES

Existe una creciente preocupación por los impactos negativos que se derivan del transporte, principalmente del transporte por carretera. Entre éstos, destacan los que se desprenden de los accidentes de tráfico y el daño causado al medio ambiente a través de la contaminación del aire a escala local, regional o global, con importantes repercusiones sobre la salud.

Aunque su estimación no está exenta de dificultades, los costes sociales derivados de los ac-

cidentes y la contaminación del aire son cuantiosos, y justifican una adecuada intervención pública para contenerlos. Aunque, desde el punto de vista de la eficiencia, la política más adecuada debería basarse en instrumentos económicos que internalizasen efectivamente dichos costes externos, las dificultades de aplicación de un sistema de pagos diferenciado en función del coste de contaminación generado o del nivel de riesgo de accidente en que se incurriese hacen que, en la práctica, los principales instrumentos utilizados se centren en la regulación (principalmente a través de la fijación de estándares), limitándose los incentivos económicos a la aplicación de impuestos diferenciales que favorezcan el cambio hacia combustibles, vehículos o modos de transporte menos contaminantes y más seguros (los impuestos se han demostrado muy eficaces para modificar la demanda, como han dejado patente los cambios a favor de la gasolina sin plomo o del diesel). De forma complementaria a estas medidas (normalmente tomadas a nivel nacional o supranacional), los gobiernos locales realizan actuaciones de control y gestión de tráfico, con políticas que actúan tanto sobre la oferta como sobre la demanda de transporte.

La fijación de estándares cada vez más exigentes ha propiciado el desarrollo tecnológico de nuevos combustibles y vehículos, que han contribuido sustancialmente al aumento de la seguridad y a la reducción de las emisiones. Las políticas europeas y nacionales para controlar la contaminación atmosférica se han basado fundamentalmente en la fijación de estándares de emisión y de calidad de los combustibles para cada uno de los contaminantes principales (CO,

NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, VOC, etc.). Por otro lado, las mejoras técnicas en el diseño de vehículos han aumentado los niveles de seguridad de éstos, así como la eficiencia en el consumo de combustible (por lo que reducen las emisiones por kilómetro), aunque es necesario que el consumidor las conozca a fin de que sean consideradas a la hora de decidir la compra de un vehículo. El programa EuroNCAP y el futuro sistema de etiquetaje de consumo de combustible que la Unión Europea pretende implantar son pasos positivos en este sentido. Los programas que fomentan la sustitución de vehículos más antiguos por otros más modernos en España (plan Prever y plan Renove) también han ayudado a cosechar los beneficios en términos de mayor seguridad y menores emisiones derivadas de las mejoras técnicas introducidas en los nuevos vehículos.

Como consecuencia, la evolución reciente ha sido positiva tanto en lo que a contaminación del aire se refiere (donde las concentraciones de los principales contaminantes han disminuido en la última década) como en las cifras de accidentes (donde se observa una continua disminución en el número de accidentes y víctimas). Sin embargo, existe la preocupación de que los futuros incrementos en el parque de vehículos eviten cosechar más mejoras derivadas de la innovación tecnológica, con lo que la tendencia pasada se invertiría, haciendo crecer las emisiones y concentraciones de contaminantes, así como las cifras de accidentes. En la actualidad, la mayoría de los límites relativos a los niveles de contaminación del aire son frecuentemente superados.

Las perspectivas al respecto apuntadas por la Agencia Europea de Medio Ambiente hacen

que deba pensarse cada vez más en la utilización de incentivos de mercado como sistema de gestión de demanda, de forma que se internalicen los costes externos del transporte en mayor medida que lo que ha venido haciéndose. Hasta ahora, las dificultades para internalizar los costes que la carretera ocasiona han hecho que las medidas seguidas se hayan centrado en reducir los impactos derivados del uso del vehículo, en lugar de reducir su uso. Necesariamente, un desarrollo sostenible pasa por un cambio en el esquema de movilidad, donde los incentivos económicos han de jugar un papel cada vez más importante.

#### NOTAS

(\*) Deseo agradecer los comentarios de José Cándido Carbajo (European Bank for Reconstruction and Development), que han contribuido a mejorar notablemente este artículo.

(1) Así, por ejemplo, debería idealmente cobrarse más a un conductor que en determinado momento condujese a mayor velocidad (incurriendo en mayor riesgo de accidente) o más bruscamente (generando mayor contaminación).

(2) Este método parte de unos estándares de emisión u otras externalidades que no deben excederse; dado que el estándar puede alcanzarse reduciendo las emisiones desde diversas fuentes, el coste de conseguir una reducción en la emisión desde el origen o alternativa más eficiente en costes se convierte entonces en el coste de las emisiones adicionales.

(3) Ejemplos de este tipo son las técnicas de salarios diferenciales hedónicos/compensatorios, según la cual las diferencias de riesgo de diferentes trabajos se ven reflejadas en los niveles de sueldo; sin embargo, esta técnica ha sido criticada, ya que, aparte del riesgo, existen otros factores (sexo, experiencia, etc.) que afectan al nivel de salarios. Un método relacionado es el de preferencias reveladas, mediante el cual los individuos deben elegir entre diferentes opciones que llevan diferentes niveles de riesgo asociados. Otros estudios utilizan la técnica de valoración contingente, mediante la cual se pregunta directamente a los individuos acerca de su disposición a pagar para evitar hipotéticos cambios en los niveles de riesgo de accidente; el valor de la vida estadística se obtendría dividiendo la disposición a pagar por dicho cambio entre la correspondiente variación en probabilidad.

(4) Para una discusión acerca de los diferentes métodos de valoración usados en Europa, y una recomendación a la Comisión

Europea de los principios a seguir, puede verse MADDISON *et al.* (1996) o CHRISTENSEN *et al.* (1998). HANSSON y MARKHAM (1992) revisan varios estudios al respecto y apuntan estas diferencias; así, por ejemplo, el valor en Suecia es trece veces superior al de España y 160 veces superior al de Portugal.

(5) Para una discusión acerca de cuál sería el precio que deberían pagar los usuarios de la carretera en concepto de la externalidad en accidentes que ocasionan, véase por ejemplo JANSSON (1994, 1997) y CHRISTENSEN *et al.* (1998).

(6) La habitual interpretación de los accidentes por kilómetro como una medida del riesgo de accidente podría exagerar el aparente riesgo que corren los conductores que recorren pocos kilómetros, como los jóvenes o los más mayores (JANKE, 1991): la exposición al riesgo sería diferente según se condujese en zonas urbanas o en autopistas y autovías (donde se recorren más kilómetros, pero la conducción es más fácil), por lo que conducir menos kilómetros no implicaría necesariamente menos accidentes. Otros autores en cambio (MAYCOCK y LOCKWOOD, 1993) aportan evidencia en el sentido de que los kilómetros recorridos no están directamente relacionados con el número de accidentes.

(7) WILDE (1991) sugiere que debería establecerse un sistema que recompensase comportamientos como el uso del cinturón de seguridad, la conducción en estado sobrio o a baja velocidad.

(8) Idealmente, la inversión en seguridad debería estar basada en algún modelo que pudiese predecir la frecuencia y gravedad de los accidentes antes de que estos ocurriesen. MILTON y MANNERING (1998) plantean un modelo de predicción de la frecuencia de los accidentes en autopistas incluyendo como variables las características de la vía (número de carriles, gradiente, radio de las curvas, anchura de los arcones, etc.), y del tráfico (número y composición) y la velocidad.

(9) Véase también LAVE (1985), LEVY y ASCH (1989), FOWLES y LOEB (1989), SNYDER (1989) y FINCH *et al.* (1994). La razón es que los accidentes están claramente relacionados con el número de adelantamientos, y éstos aumentan con las diferencias en velocidad (HAUER, 1971).

(10) Comunicación COM(97)131 Final de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo, al Comité Económico y Social y al Comité de las regiones.

(11) Asimismo, se ha ampliado la dotación de puestos de auxilio, y el número de centros de gestión y control de tráfico.

(12) Contrariamente a lo que sucedía en el pasado (véase LAVE y LAVE, 1999), los vehículos más pequeños ya no son necesariamente menos seguros (véase KINNOCK, 1999). Adicionalmente, los nuevos vehículos son menos agresivos para los peatones y ciclistas en caso de atropello (para ver las recomendaciones de los estados miembros en relación con los peatones y ciclistas, puede consultarse CEMT, 1998).

(13) Que tratan del uso del casco y el cinturón, la ingestión de alcohol, la conduc-

ción sin descanso, los límites de velocidad y el respeto a los peatones.

(14) En la que se pretende que los ciudadanos tomen conciencia de que ellos pueden actuar, a su vez, como educadores enseñando educación vial o mostrando rechazo por comportamientos que van en contra la seguridad en la carretera.

(15) De hecho, la Ley de Educación (LOGSE) recoge la educación vial como una materia de carácter transversal.

(16) Aprobado en diciembre de 1998 por la Comisión Interministerial de Seguridad Vial.

(17) Así, por ejemplo, la influencia del alcohol o las drogas es de difícil comprobación en el caso de accidentes en los que el conductor fallece o sufre lesiones que no siempre permiten a los agentes realizar las pruebas de detección de estas sustancias.

(18) Algunos autores (véase, por ejemplo, MADDISON *et al.*, 1996) sostienen, sin embargo, que las favorables cifras de accidentes están incompletas, ya que no recogen el cambio de comportamiento de los usuarios desprotegidos (peatones y ciclistas) para protegerse del aumento del tráfico. Diversos autores (APPLEYARD, 1981; HILLMAN *et al.* 1990, y MADDISON, 1996) han estudiado cómo el aumento en los volúmenes de tráfico lleva asociado un «efecto barrera» que afecta a las relaciones sociales: los peatones reducirán sus desplazamientos a pie, al convertirse las calles en un entorno más hostil, y los atropellos a los mismos (que constituyen el tipo de accidente más grave en zona urbana) también se verán reducidos.

(19) Sin embargo, la evolución anual de estos dos últimos indicadores muestra altibajos entre 1982 y 1992.

(20) Como los hidrocarburos, el benceno y el 1-3 butadieno, procedentes de una combustión incompleta del combustible.

(21) A todo ello hay que añadir otro tipo de contaminantes que no provienen de las emisiones de los tubos de escape, tales como la evaporación del combustible, el humo y el hollín procedente de los frenos o de la interacción entre los neumáticos y el asfalto, o los desechos como baterías, neumáticos y aceites usados que contaminan el subsuelo y las aguas.

(22) La temperatura de la atmósfera ha aumentado entre 0,3 y 0,6 grados desde principios de siglo (IPCC, 1996), habiendo sido 1998 el año en el que se ha registrado la temperatura global más elevada desde que se tienen registros.

(23) La implantación de catalizadores de tres vías en vehículos nuevos en la UE es obligatoria desde 1993. Directiva EC 91/441/EEC.

(24) La reunión de los ministros de Medio Ambiente en la ciudad austríaca de Graz, en julio de 1998, apuntó además la necesidad de duplicar la utilización de las energías renovables antes del año 2010, e impulsó el proyecto de elaboración de un Libro Blanco sobre este tipo de energías. En España, el Plan Energético Nacional 1991-2001 intenta estimular también el uso de fuentes de ener-

gía de bajo impacto ambiental (como la eólica o la solar). La investigación e implantación de nuevas fuentes energéticas corre a cargo del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), dependiente del Ministerio de Industria y Energía. Adicionalmente, España participa en diferentes proyectos europeos que fomentan el uso de combustibles ecológicos en el transporte público tales como el proyecto *Alter* (en el que participan ciudades como Barcelona), o el proyecto *Entire* del Programa *Thermie* (por ejemplo en Salamanca).

(25) Directivas EU 98/69/EC y 98/70/EC.

(26) Incluyendo la obligatoriedad de combustibles con muy bajo nivel de azufre en el 2005, aunque su introducción debe hacerse antes.

(27) Directiva EU 85/210/EC.

(28) El año de referencia de las emisiones es: 1990 para el anhídrido carbónico o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el Metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nítrico (N<sub>2</sub>O); Para los hidrofluorocarburos (HFC), los perfluorocarburos (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) puede optarse entre 1990 y 1995 como año de referencia.

(29) Propuesta de la Comisión COM (1998) 489 final SYN98/0272 (*Diario Oficial* C305 de 03.10.1998) y Propuesta modificada COM (1999) 66 final (*Diario Oficial* C83 de 25.03.1999). Posición común del Consejo (*Diario Oficial* C123 de 04.05.1999).

(30) En todo caso, la normativa de las corporaciones locales se subordina a las normas autonómicas y estatales.

(31) El modelo de acta de cesión de uso fue adoptado en la Conferencia Sectorial de Medio Ambiente del 16 de Diciembre de 1996. Los trámites de cesión se iniciaron durante 1997.

(32) Real Decreto 177/1998, de 16 de febrero.

(33) Como la Red EIONET (European Environment Information and Observation Network) de información y observación del medio ambiente, en la que participa España. La Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, del Ministerio de Medio Ambiente, se encarga también de coordinar los estudios y trabajos necesarios para el establecimiento y seguimiento del Sistema Español de Indicadores Ambientales.

(34) Desde 1990, las emisiones de plomo debidas al transporte han descendido un 70 por 100.

(35) *Estudio Multicéntrico Español de Contaminación Atmosférica y Mortalidad* (EMECAM), Institut Valencià d'Estudis en salut Pública.

## BIBLIOGRAFÍA

- APPLEYARD, D. (1981), *Livable Streets*, University of California Press, Berkeley.
- BAUMOL, W. (1972), «On taxation and the control of externalities», *American Economic Review*, 62, págs. 307-322.

BAUMOL, W., y OATES, W. (1988), *The Theory of Environmental Policy*, Cambridge University Press.

BOWERS, J. K. (1991), «Pricing the environment. A conspectus and a critique», *Working Paper G91/25*, School of Business and Economic Studies, University of Leeds.

— (1997), *Sustainability and Environmental Economics*, Addison Wesley Longman, Essex.

BOYER, K. (1998), *Principles of Transportation Economics*, Addison Wesley Longman, Massachusetts.

BOYER, M., y DIONNE, G. (1987), «The economics of road safety», *Transportation Research B*, vol. 21, págs. 413-31.

CAMERON, M. (1991), *Transportation Efficiency: Tackling Southern California's Air Pollution and Congestion*, Environmental Defense Fund, Oakland, CA.

CARBAJO, J. (1991), «El coste social de los accidentes de carretera y la contaminación del aire», *Investigaciones Económicas*, volumen XV, n.º 12, págs. 269-283.

— (1995), «Transporte y calidad del aire: algunas limitaciones y retos de la política comunitaria», en *España, Un Balance*, *Economistas*, 69, págs. 527-531.

CEMT (1998), *Road Safety – Vulnerable Road Users, Synthesis and Recommendations*, Council of Ministers of Transport, Copenhagen, Denmark 26-27 May 1998, CEMT/CM(98)19/Final.

CHRISTENSEN, P.; BEAUMONT, H.; DUNKERLEY, C.; LINDBERG, G.; OTTERSTRÖM, T.; GYNTHNER, L.; ROTHENGATTER, W., y DOLL, C. (1998), *Pricing European Transport Systems (PETS), D7, Internalisation of Externalities*, Project No. ST-96-SC.172, Research Project for the Commission of the European Communities Transport - DGVII RTD Programme 4th Framework Programme.

COMMISSION (1996), *Towards Fair and Efficient Pricing in Transport -Policy Options for Internalising the External Costs of Transport in the European Union*, Green Paper COM(95)691 final, European Commission, Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburgo.

— (1998a), *Security and Safety in Transport*, Symposium on Security, Safety in Transport, French National Assembly, Paris, 19 febrero 1998. <http://europa.eu.int/comm/dgo7/speech/sp9832.htm>.

— (1998b), *Communication on implementing the Community strategy to reduce CO<sub>2</sub> emissions from cars: an environmental agreement with the European automobile industry* COM (1998)495, European Commission.

COOK, P., y TAUCHEN, G. (1984), «The effect of minimum drinking age legislation on youthful auto fatalities 1970-77», *Journal of Legal Studies*, 13, págs. 169-190.

DE SERPA, A. (1988), *Microeconomic Theory. Issues and Applications*, Boston, MA, Allyn and Bacon.

CRAWFORD, I., y SMITH, S. (1995), «Fiscal instruments for air pollution abatement in road transport», *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. XXIX, n.º 1, páginas 33-52.

DGT (1999), *Anuario Estadístico General 1998, Boletín anual*, Dirección General de Tráfico, Ministerio del Interior.

DGVII (1999), *EU Transport in Figures - Statistical pocket book- April 1999*, European Commission, Directorate General for Transport and EUROSTAT.

— (1998a), *Europe's Environment: the second Assessment*, European Environment Agency, Copenhagen, Dinamarca.

— (1998b), *Urban Air Quality*, European Environment Agency, Copenhagen, Dinamarca.

— (1999), *Environment in the European Union at the Turn of the Century*, European Environment Agency.

ESC (1997), *National Legal Instruments on road Safety*, Economic and Social Council, Economic Commission for Europe, United Nations. Working Party on Road Traffic Safety, 39<sup>th</sup> session, 1-5 September 1997, Agenda item 7(a).

FINCH, D.; KOMPFFNER, P.; LOCKWOOD, C., y MAYCOCK, G. (1994), «Speed, speed limits and accidents», Crowthorne, Berkshire: *Transport Research Laboratory, report 58*.

FOWLES, R., y LOEB, P. (1989), «Speeding coordination and the 55-mph limit: Comment», *American Economic Review*, 79, páginas 916-921.

GWILLIAM, K. (1997), «The economics of transport and development», en DE RUS y NASH (eds.), *Recent Developments in Transport Economics*, Ashgate, Aldershot, págs. 255-310.

GWILLIAM, K., y GEERLINGS, H. (1994), «New technologies and their potential to reduce the environmental impact of transportation», *Transportation Research-A*, volumen 28A, n.º 4, págs. 307-319.

HALL, J. (1995), «The role of transport control measures in jointly reducing congestion and air pollution», *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. XXIX, n.º 1, páginas 93-103.

HANSSON, L., y MARKHAM, J. (1992), *Internalization of External Effects in Transportation*, Project Report C6Z5 External Effects, UIC-C6, Strategic Planning Committee, Paris.

HAUER, E. (1971), «Accidents, ovtakings and speed control», *Accident Analysis and Prevention*, 3, págs. 1-13.

HILLMAN, H.; ADAMS, J., y WHITELEGG, J. (1990), *One False Move: A Study of Children's Independent Mobility*, Policy Studies Institute, Londres.

IPCC (1996), *Second Assessment Climate Change 1995, Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, WMO, UNEP, Cambridge University Press.

JANKE, M. K., (1991), «Accidents, mileage and the exaggeration of risk», *Accident Analysis and Prevention*, 23 (2/3), páginas 183-188.

JANSSON, J. O. (1994), «Transport externality charges», *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. XXVIII, n.º 11, páginas 31-44.

— (1997), «Theory and practice of transport infrastructure and public transport pricing», en DE RUS y NASH (eds.), *Recent Developments in Transport Economics*, Ashgate, Aldershot, págs. 74-134.

JONES-LEE, M. (1992), «The value of transport safety», *Oxford Review of Economic Policy*, vol. 6, n.º 12, págs. 39-59.

KENKEL, D. (1993), «Drinking, driving and deterrence: the social costs of alternative policies», *Journal of Law and Economics*, 36, págs. 877-914.

KINNOCK, K. (1999), *EuroNCAP (New Car Assessment Programme): Creating a Market for Safety*, EuroNCAP Press Launch, Brussels, 26, enero 1999, Speech/99/18. (<http://europa.eu.int/en/comm/dg07/speech99018.html>).

LAVE, C. (1985), «Speeding coordination and the 55-mph limit», *American Economic Review*, 79, págs. 926-931.

LAVE, C., y LAVE, L. (1999), «Fuel economy and auto safety regulation: Is the cure worse than the disease?», en GÓMEZ-IBÁÑEZ, J.; TYE, W., y WINSTON, C. (eds.), *Essays in Transportation Economics and Policy*, Brookings Institutions Press, Washington, D.C., págs. 257-290.

LEVY, D., y ASCH, P. (1989), «Speeding coordination and the 55-mph limit: Comment», *American Economic Review*, 79, páginas 913-915.

LOEB, P.; TALLEY, W., y ZLATOPER, T. (1994), *Causes and Deterrents of Transportation Accidents. An Analysis by Mode*, Quorum books, Westport.

MADDISON, D. (1996), «Avertive behaviour, air pollution and the economics of the barrier effect», mimeo, Centre for Social and Economic Research into the Global Environment, University College London and University of West Anglia.

MADDISON, D.; PEARCE, D.; JOHANSSON, O.; CALTHROP, E.; LITMAN, T., y VERHOEF, E. (1996), *The True Costs of Road Transport*, Blueprint 5, CSERGE, Earthscan Publications Ltd, Londres.

MAUCH, S., y ROTHENGATTER, W (1994), *External Effects of Transports*, International Union of Railways (UIC), Final Report, París.

MAYCOCK, G., y LOCKWOOD, R. (1993), «The accident liability of British car drivers», *Transport Reviews*, vol. 13, 3, páginas 231-245.

MAYCOCK, G.; LOCKWOOD, C., y LESTER, J. (1991), «The accident Liability of Car Drivers», Department of Transport, *TRRL Research Report RR 315: Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne*.

MICHAELIS, L. (1995), «The abatement of air pollution from motor vehicles: the role of alternative fuels», *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. XXIX, n.º 1, páginas 71-84.

MILTON, J., y MANNERING, F. (1998), «The relationship among highway geometrics, traffic-related elements and motor-vehicle accident frequencies», *Transportation*, 25, págs. 395-413.

MMA (1997), *Medio Ambiente en España 1997*, Secretaría General Técnica, Ministerio de Medio Ambiente.

NASH, C. (1997), «Transport externalities, does monetary valuation make sense?», en DE RUS y NASH (eds.), *Recent Developments in Transport Economics*, Ashgate, Aldershot, págs. 232-254.

NEWBERY, D. (1988), «Road damage externalities and road user charges», *Economica*, vol. 56, págs. 259-316.

OECD (1997), «CO<sub>2</sub> Emissions from Road Vehicles. Annex I Expert Group on the United Nations Framework Convention on Climate Change», *Working Paper* número 1, OCDE/GD(97)69. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

OMS (1997), *Air Quality Guidelines for Europe*, 2.ª edición (en preparación), World Health Organisation, Regional Office for Europe, Copenhague, WHO Regional Publications, European Series. <http://www.who.dk>

PIGOU, A. (1920), *The Economics of Welfare*, primera edición, McMillan.

RAFFLE, P. (1989), «The drinking driver: a medical view», *Transport Reviews*, vol. 9, número 4, págs. 315-345.

RIETVELD, P., y SHEFER, D. (1998), «Speed choice, speed variance and speed li-

mits», *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. 32, part. 2, páginas 187-202.

RUHM, C. (1996), «Alcohol policies and highway vehicle fatalities», *Journal of Health Economics*, 15, págs. 435-454.

SAFFER, H., y GROSSMAN, M. (1987), «Beer taxes, the legal drinking age, and youth motor vehicle fatalities», *Journal of Legal Studies*, 26, págs. 351-374.

SNYDER, D. (1989), «Speeding coordination and the 55-mph limit: Comment», *American Economic Review*, 79, págs. 922-25.

WILDE, G. (1991), «Economics and accidents: a commentary», *Journal of Applied Behavior Research*, 24 (1), págs. 81-84.

WORLD BANK (1998), *World Development Indicators*, The World Bank, Washington, DC.

## Resumen

El transporte, fundamentalmente el transporte por carretera, tiene unos elevados costes sociales, entre los que destacan los derivados de los accidentes y de la contaminación del aire, los cuales están recibiendo una atención creciente dentro de las políticas de transporte de los diferentes gobiernos.

Las políticas seguidas hasta ahora para contener estos costes externos se han centrado en la utilización de controles y reglamentaciones. El establecimiento de estándares cada vez más exigentes ha incentivado la innovación tecnológica, estimulando la producción de vehículos más seguros y más eficientes en el uso del combustible, así como de combustibles menos contaminantes. Estas mejoras han propiciado una reducción de las cifras de accidentalidad y mortalidad en la carretera, así como de los niveles de concentración en el aire de los principales contaminantes. Sin embargo, los accidentes siguen generando cuantiosos costes sociales y los límites de contaminación del aire son superados con demasiada frecuencia en la mayoría de las ciudades europeas.

Las previsiones para los próximos años hacen pensar que los futuros aumentos en los niveles de tráfico contrarrestarán las mejoras debidas a nuevas innovaciones tecnológicas. Se hace necesaria una mayor internalización de los costes externos del transporte, potenciando el uso de instrumentos económicos, los cuales han demostrado en el pasado ser capaces de inducir cambios en los patrones de demanda de transporte.

*Palabras clave:* carretera, externalidades, accidentes, contaminación.

## Abstract

Transportation, basically highway transportation, requires society to pay a very high price, the most important aspects of which correspond to accidents and air pollution. These problems are receiving more and more attention under the transportation policies set up by the different governments.

The policies followed up until now in order to keep these external costs under control have centered mainly around the adopting of special controls and regulations. The setting up of increasingly stricter demands has encouraged the introduction of certain technological innovations, and has stimulated the production of safer vehicles, which offer a more efficient fuel consumption and use less pollutant fuels. These improvements have led to a reduction in the number of highway accidents and deaths, as well as in the levels of concentration of the main pollutants in the air. However, highway accidents are still causing a high toll in society and air pollution is still frequently exceeding the limits established in most of the major European cities.

Forecasts for the next few years lead us to think that future increases in the amount of traffic will counter-arrest any improvements achieved through these new technological innovations. A greater internalization of the external transportation costs is becoming necessary, which will reinforce the use of a variety of financial instruments, which have proven in the past to be capable of bringing about important changes in those responsible for providing transportation services.

*Key words:* externalities, accidents, pollution.

*JEL classification:* D62; L92, R41.