

# Movilidad urbana sostenible: un reto para las ciudades del siglo XXI

CARMEN LIZÁRRAGA MOLLINEDO\*

## *Abstract*

*In this study we analyse the facts that explain the environmental and social unsustainability of the current model for urban mobility, together with the negative external factors produced by the transport service. To that end we use statistical data and recent theoretical advances. We point out some of the principles that must govern a sustainable model for urban mobility, which is one of the most important challenges for cities in the 21<sup>st</sup> Century if we wish to maintain or improve the life quality of medium and large cities.*

*Keywords: transport economy, transport negative external factors, sustainable urban mobility.*

## **Resumen**

En este estudio se analizan los hechos que explican la insostenibilidad ambiental y social del actual modelo de movilidad urbana, junto con las externalidades negativas que provoca el transporte, utilizándose para ello datos estadísticos y aportaciones teóricas recientes. Igualmente, se exponen algunos de los principios que deben regir un modelo de movilidad urbana sostenible, uno de los grandes retos para las ciudades del siglo XXI si se desea mantener o mejorar la calidad de vida de las ciudades medias y grandes.

**Palabras clave:** economía del transporte, externalidades negativas del transporte, movilidad urbana sostenible.

\* Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Granada. Correo-e: clizarra@ugr.es.

## Introducción

En los últimos decenios se han producido profundos cambios sociales, económicos y tecnológicos que han derivado en un nuevo modelo de movilidad urbana. Ese modelo, que tiende a implantarse globalmente, se caracteriza por el aumento de las distancias medias recorridas, los cambios en los motivos de los desplazamientos y las modificaciones en la localización de las actividades productivas (Miralles, 2002). Si bien las consecuencias de esos cambios son distintas según las características institucionales, sociales y económicas de las ciudades, los efectos más perversos se sienten en los países menos desarrollados.

La distancia que separa a los lugares donde se realizan las distintas actividades económicas y sociales no ha dejado de crecer en los últimos decenios como consecuencia de los avances tecnológicos y organizacionales. El incremento del binomio velocidad-distancia ha permitido que la “distancia tecnológica” entre dos puntos sustituya a la geográfica (Kohr, 1976) y que gran parte del tiempo ganado por la disminución de la jornada laboral se dedique a los desplazamientos. Los movimientos poblacionales hacia las áreas circundantes a la urbe o a las ciudades dormitorio donde los individuos fijan su residencia, han dado lugar a un cambio demográfico que conlleva desplazamientos diarios desde la periferia hacia el centro en horas punta. El aumento de los ingresos per cápita ha tenido como consecuencia una enorme expansión del uso del vehículo privado como medio de transporte de pasajeros en las áreas urbanas. Asimismo, los motivos que inducen a desplazarse se han incrementado, pasando del obligado *commuting* (Monclús, 1992) al cotidiano comprar, recoger a los niños del colegio o acceder a bienes culturales y sociales que requieren el uso de medios de transporte motorizados. A esos hechos hay que unir la caída del precio de los vehículos de segunda mano, la carencia relativa de transporte público de la periferia y la infraocupación de los vehículos privados. Las condiciones y el tiempo dedicado a los desplazamientos representan otra fuente de disparidades socioeconómicas, dado que cada vez se necesita más tiempo y dinero para desplazarse en la urbe. Los viajes diarios se realizan sacrificando tiempo de descanso, de consumo o de trabajo remunerado. Y ese fenómeno social afecta con mayor severidad a los más pobres, que se trasladan a sus centros de trabajo y escuelas en condiciones más incómodas, con mayores tiempos de desplazamiento y teniendo

que realizar con frecuencia dos o tres transbordos, ya sea en un mismo tipo de transporte o en varios (PNUMA, 2003).

En las economías modernas resulta imprescindible un sistema de transporte adecuado que posibilite la movilidad poblacional y la consecuente accesibilidad a los servicios. Sin embargo, su configuración actual está provocando fuertes externalidades negativas y genera gran parte de los problemas de sostenibilidad ambiental, social y energética, ya que atenta contra las máximas que H. E. Daly (1990) atribuía a un sistema sostenible: que el uso de recursos renovables no supere sus tasas de regeneración o el tiempo de obtención de sustitutos, y que las emisiones de contaminación tampoco superen la capacidad de asimilación del ambiente. A escala global, se sufre contaminación atmosférica y calentamiento del planeta por las emisiones de los vehículos, y destrucción de zonas naturales por la continua expansión de las vías de circulación. A escala local, la configuración de las áreas metropolitanas está conformando un modelo intensivo en el uso del vehículo privado, subutilizado en el número de personas que transporta, derrochador de energía y de efectos sociales perniciosos. Para los colectivos más pobres y marginados, ese modelo de movilidad urbana representa una nueva fuente de desigualdad en el acceso a bienes y servicios de primera necesidad, y una barrera, en muchos casos, insuperable y fortalecedora de la existencia de guetos urbanos.

Todos los motivos mencionados han hecho de la movilidad urbana sostenible un término políticamente correcto y públicamente aceptado. Sin embargo, llevarla a cabo supone desvincular el crecimiento del transporte del crecimiento económico, tarea nada fácil. Algunas de las medidas a adoptar para lograrla suelen ser bastante impopulares, especialmente las referidas al racionamiento y a la tarificación, puesto que requieren un cambio comportamental del usuario y generan ganadores y perdedores al modificarse la función de bienestar social. La elaboración de una declaración de intenciones sobre movilidad urbana sostenible es sencilla, pero la puesta en marcha de medidas que realmente la promuevan no lo es tanto.

El objetivo de este trabajo consiste en poner de manifiesto los aspectos que explican la insostenibilidad ambiental y social del modelo de movilidad urbana en su configuración actual, analizar las externalidades negativas que provoca el transporte, y desarrollar los principios necesarios para concebir un modelo de movilidad urbana sostenible. Por último, se exponen las conclusiones que se derivan del estudio.

## 1. El modelo de movilidad global y urbana: un caso de insostenibilidad

El inexorable crecimiento de la movilidad urbana se ha basado en el uso intensivo de vehículos motorizados privados, cuyo número pasó de 50 a 450 millones durante los últimos 50 años del siglo xx. En Europa se adquieren unos tres millones de coches nuevos al año, y en los Estados Unidos el tráfico interurbano de pasajeros en automóvil aumentó 57% entre 1980 y 1996, mientras que el tráfico en ferrocarril aumentó sólo 26% (Directorate-General for Energy and Transport, 2004). En el resto del mundo, la utilización masiva de automóviles privados está extendiéndose con suma rapidez, especialmente en los países en desarrollo, donde se prevén incrementos del índice de propiedad de vehículos de más de 300% (cuadro 1).

Como se puede observar en el cuadro 2, en América Latina los índices de propiedad vehicular son aún bajos, si bien su valor se encuentra en aumento. Ese hecho se ve acentuado porque en ciudades como Sao Paulo o Quito, los desplazamientos en transporte público han disminuido en los últimos años como consecuencia de la inseguridad, especialmente por la noche. En esos casos, los individuos que se lo pueden permitir acuden al uso de vehículos más pequeños y relativamente más seguros o, si no, realizan menos desplazamientos. Los hechos son tan graves que la ausencia de un transporte público seguro ha provocado el abandono de las escuelas nocturnas por parte de las niñas de las familias más pobres.

El aumento de los índices de propiedad de vehículo privado ha venido acompañado de la sobreutilización de éste en los desplazamientos personales. En Europa, para 75% de la distancia recorrida se utiliza el automóvil privado, y en los Estados Unidos esa cifra asciende a 91% (cuadro 3). Aunque existe la idea extendida de que el automóvil aumenta la libertad de movimiento, se olvida que una movilidad creciente no siempre garantiza un crecimiento idéntico en el grado de accesibilidad.<sup>1</sup> La mayor dependencia del vehículo privado para los desplazamientos personales ha generado demandas adicionales de transporte que sólo se pue-

<sup>1</sup> La accesibilidad, concepto más amplio que el de movilidad, se vincula con la posibilidad de obtención del bien, del servicio o del contacto buscado, desde un determinado espacio, e incorpora elementos espaciales, temporales y tecnológicos (Laarman, 1973). El grado de accesibilidad se mide considerando los costes de desplazamiento efectuados para satisfacer las necesidades, así como la capacidad y la estructura del sistema de transportes local.

### Cuadro 1

#### Índice de propiedad de vehículos (vehículos/1,000 hab.)

<i>Región</i>	<i>1995</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>	<i>2015</i>	<i>2020</i>	<i>Incremento porcentual</i>
Norte América	746.1	781.1	796.8	798.5	789.6	765.0	2.5
Europa Occidental	437.1	464.6	488.5	507.2	517.6	530.0	21.3
OCDE (Pacífico (Japón, NZ, Aus))	541.2	575.9	596.8	610.5	608.0	590.0	9.0
Unión Soviética	104.2	120.0	139.9	162.5	184.0	205.0	96.8
Europa del Este	174.5	207.3	242.7	275.4	344.5	450.0	157.9
Economías con Planificación Central, incluida China	7.7	13.2	18.7	24.4	29.7	35.0	354.5
Otros del Pacífico Asiático	56.5	79.2	100.5	121.4	143.5	160.0	183.0
Sudasia, incluida India	6.5	9.7	13.5	18.2	23.7	32.0	393.1
Oriente Medio y África del Norte	24.3	30.6	34.5	38.7	38.8	38.0	56.3
América Latina, incluido México	99.4	109.8	124.2	140.5	158.8	180.0	81.1
África Sub-sahariana	21.1	21.1	21.1	21.1	21.1	21.0	-0.3

Fuente: Elaboración propia a partir de Fulton y Eads (2004).

### Cuadro 2

#### Índice de propiedad de vehículos en América Latina por países (vehículos/1,000 hab.)

<i>País</i>	<i>1980</i>	<i>1990</i>	<i>1999</i>	<i>2000</i>
Uruguay	75.6	122.2	199.7	195.2
Argentina	107	131.7	138.1	145.3
México	58.5	82.2	105.6	109.5
Chile	40.2	54.2	88.1	86.7
Panamá	50.3	55.1	76.9	75.6
Brazil	65.5	-	68.6	-
Venezuela	99.8	81.1	59.7	-
Bolivia	2.6	17.9	36.2	37.3
Perú	17.9	16.9	26.8	28.2
Ecuador	8.2	16.1	26.4	-
El Salvador	15.8	10.2	23.3	23.8
Colombia	18.4	20.4	18.4	-
Honduras	7.2	7.9	-	-
Paraguay	18.8	39.2	-	-

Fuente: United Nations Environment Programme (2002).

**Cuadro 3**  
**Características de los desplazamientos personales en Europa y los Estados Unidos**

<i>Medio de transporte</i>	<i>Europa</i>		<i>Estados Unidos</i>	
	<i>Viajes %</i>	<i>Distancia %</i>	<i>Viajes %</i>	<i>Distancia %</i>
Coche	62	75	86	91
A pie	25	2	5	<1
Bicicleta	5	3	<1	<<1
Tren	1	6	<<1	<<1
Aire	<<1	5	<1	3
Otros transportes públicos	7	9	2	2
Número medio de viajes diarios	3		4.3	
Longitud media del viaje	13 km		15 km	
Tiempo dedicado al viaje	60 min/día		60 min/día	

Fuente: European Union Road Federation (2004).

den satisfacer con más automóviles. Ese modelo de movilidad urbana ha tenido consecuencias negativas en la vida social, porque se margina a los colectivos más desfavorecidos y a las áreas periféricas. El crecimiento desordenado de la urbe provoca un desarrollo disperso y de baja densidad desde el núcleo urbano y, a menudo, evita áreas poco desarrolladas en favor de otras que compiten por el desarrollo (Burchell *et al.*, 1998). Además, genera un aumento de los costes públicos y privados, reduce la capacidad fiscal del centro tradicional y deviene en problemas de infraestructura y deterioro de sus servicios. El transporte, servicio de unión en su origen, se convierte, a la postre, en una fuente de disparidades económicas y sociales (OCDE, 1996).

Aunque se están produciendo avances tecnológicos que posibilitan reducir el consumo de combustible de los automóviles, el creciente número de éstos y su mayor uso, así como la reducción de su índice de ocupación, hacen que aumenten el número de vehículos en las carreteras y las emisiones contaminantes (Unión Internacional de Transporte Público [UITP], 2003). El consumo medio de combustible de los coches nuevos en la Unión Europea (UE) se redujo de 10 a 8.2 litros por cada 100 kilómetros, aunque esa mayor eficiencia energética ha sido superada, con creces, por el aumento del parque automovilístico y del porcentaje de coches grandes y de mayor cilindrada.

Para medir el índice de ocupación se suele utilizar, por un lado, la ocupación media del vehículo, esto es, número de pasa-

**Cuadro 4**  
**Ocupación media de los vehículos en el Reino Unido, por**  
**motivo del viaje, 2004**

	<i>Tasa de ocupación del vehículo</i>	
	<i>Ocupación media</i>	<i>Tasa individual de ocupación</i>
<i>Commuting</i>	1.2	85
Negocios	1.2	85
Educación	2	37
Compras	1.7	48
Negocios personales	1.5	64
Ocio	1.8	51
Vacaciones	2.2	34
Otros	1.9	45
TOTAL	1.6	60

Fuente: Department for Transport (2005).

jeros que, por término medio, viajan en cada vehículo, para cada motivo de desplazamiento; y, por otro lado, la tasa de ocupación individual, es decir, en qué porcentaje de desplazamientos hay un solo ocupante en el vehículo, para cada motivo de viaje. Los datos del Reino Unido muestran un bajo índice de ocupación medio, que se ha reducido desde 1985, cuando era de 1.64, hasta 2004, cuando llegó a 1.59. En ese año, la ocupación media del vehículo oscilaba entre 1.2 individuos, en el caso del *commuting* o los viajes de negocios, y 2.1 en los viajes por vacaciones (cuadro 4). Además, en 60% de los desplazamientos el vehículo sólo cuenta con un ocupante, y ese porcentaje asciende a 86% de los casos para los *commuters* y viajantes de negocios

### **1.1. Insostenibilidad global**

La configuración global del sector del transporte genera gran parte de los problemas de sostenibilidad ambiental y energética mundial y explica, en parte, la insostenible movilidad urbana.

Los sistemas de transporte necesitan recursos naturales de todo tipo: combustibles fósiles no renovables, hormigón y acero para construir autopistas, y metales ferrosos y no ferrosos para fabricar los vehículos. Con todo, el problema ambiental más grave asociado con el modelo de transporte actual es su dependencia, en 98%, de energías fósiles no renovables, y la degradación

ambiental asociada con la producción, transformación y consumo final de esa energía.<sup>2</sup> En 2003, la demanda mundial superó los 10,500 millones de toneladas equivalentes de petróleo (MTEP) y, según el World Business Council for Sustainable Transport (WBCST) (2004), en 2030 el sector del transporte será el principal consumidor de energía, por delante de la industria. Entonces, el mundo consumirá dos veces más energía que en la actualidad, y la mayor parte corresponderá a los países en desarrollo (Kenworthy y Laube, 2001).

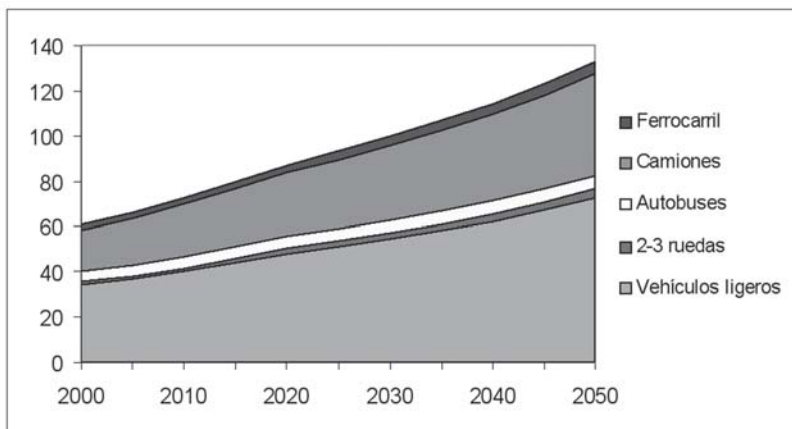
El consumo de derivados petrolíferos está desigualmente repartido, tanto por sectores económicos como por áreas geográficas. A escala internacional, el transporte consume más de 60% de todos los productos de petróleo, y sólo los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), con 15% de la población mundial, consumen 60% de la energía, hecho que les otorga una gran responsabilidad en la actual crisis ambiental (AIE, 2002).

Por lo que se refiere al consumo de petróleo por modos de transporte, la carretera consume más de 80% del total, y el sector aéreo, alrededor de 15%, repartiéndose el resto entre los sectores ferroviario y marítimo (OCDE, 1996). Además, el transporte aéreo y los automóviles y camiones consumen, proporcionalmente, más energía por pasajero-kilómetro o por tonelada-kilómetro que el transporte ferroviario o la navegación por aguas continentales. Las necesidades de energía por pasajero y por volumen de carga varían en función no sólo de la modalidad del transporte, sino también de la tasa de ocupación; esto es, del número de pasajeros que viajan en un automóvil y del porcentaje de carga en los camiones. En el año 2000, el transporte por carretera consumió las tres cuartas partes del combustible utilizado por todos los modos. Dentro de éste, los vehículos ligeros utilizaron 80% de la gasolina, y los camiones, 75% del diesel (Fulton y Eads, 2004). Las proyecciones sobre el uso de combustible en el sector del transporte a escala internacional, entre 2000 y 2050, ponen de manifiesto que se producirá un incremento de 250% en el consumo de combustibles fósiles no renovables (gráfico 1).

<sup>2</sup> La diferencia entre “renovabilidad” de una fuente de energía y “sostenibilidad” de la misma reside en que la primera es un atributo de la fuente, mientras que la segunda depende de la forma como se utilice. Por ejemplo, la madera no es una fuente de energía renovable, pero su uso sería sostenible si se utilizaran las ramas secas (CEPAL, 2003).



**Gráfico 1**  
**Utilización de combustible por modo de transporte terrestre, 2000-2050 (exajoules)**



Fuente: Elaboración propia a partir de Fulton y Eads (2004).

En el cuadro 5 se recogen datos sobre el consumo energético per cápita en distintos países del mundo, y se observa allí que los habitantes de las áreas más prósperas e industrializadas consumen hasta nueve veces más que los habitantes de Europa Central y Oriental, Asia o África. Un dato preocupante es que América Latina, con un consumo anual de energía per cápita inferior al de los Estados Unidos o Europa Occidental, presenta altas tasas de emisión de Gases Efecto Invernadero (GEI). Uno de los factores que puede explicar ese fenómeno es la baja calidad del combustible, unida al clima o a las características del parque vehicular, si bien México y Chile presentan estándares más rigurosos para los combustibles debido al alto nivel de contaminación de sus capitales. Existe, asimismo, una alta correlación entre el modo de desplazamiento utilizado, el consumo de energía per cápita y las emisiones contaminantes. El consumo de energía es cuatro veces menor en las ciudades donde la proporción de desplazamientos a pie, en bicicleta y en transporte público aumenta de 15 a 60%.

En la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), desde 1990, el transporte ha sido el principal consumidor de energía, aunque su participación está declinando en favor de la industria (cuadro 6) (Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de México *et al.*, 2004). La planificación integrada del transporte, del ambiente y del territorio de la ZMVM es crucial para lograr los objetivos ambientales y sociales de movilidad urbana.

**Cuadro 5**  
**Densidad, medio de transporte elegido, consumo energético y emisiones per cápita, 1999**

<i>Región</i>	<i>Densidad (hab/ha)</i>	<i>Desplazamientos a pie, en bicicleta y en transporte público (%)</i>	<i>Consumo anual de energía (Mjulios/hab)</i>	<i>Emisiones (CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, COV) por habitante (kg)</i>
EE.UU. y Canadá	18.5	14	51,500	237
Oceanía	15	21	30,500	189
Europa Occidental	55	50	16,500	88
Europa Central y Oriental	71	72	8,000	89
Asia (ciudades prósperas)	134	62	11,000	31
Asia (otras ciudades)	190	68	6,000	84
Oriente Medio	77	27	15,500	215
África	102	67	6,500	148
América Latina	90	64	11,500	118

Fuente: Kenworthy y Laube (2001).

**Cuadro 6**  
**Consumo energético por sector en la ZMVM, 1990-2000**  
**(Porcentajes)**

	1990	1995	2000
Transporte	48.4	48.7	44.8
Industria	36.7	35.6	39.4
Residencial/comercial	14.9	15.7	15.8
Total	100	100	100

Fuente: Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de México *et al.* (2004).

El predominio creciente del transporte motorizado privado por carretera hará que la utilización de petróleo siga aumentando. Al ritmo actual de extracción, las reservas estimadas de carbón durarán 1,500 años; las de gas natural, 120, y las de petróleo, 60. Sin embargo, pese a esas previsiones, no es probable que el mundo se quede sin petróleo, porque aumentarán los precios, se explotarán campos petrolíferos y fuentes de petróleo hasta ahora no rentables (como los esquistos bituminosos y las arenas asfálticas), y aumentará la dependencia de otras fuentes de energía (Santamarta, 2004).

La insostenibilidad del sector transporte también viene explicada por la ocupación del terreno, la intervención en los ecosistemas y la transformación del paisaje para el trazado de carreteras y autopistas. Más de 65% de la superficie de Los Ángeles está pavimentada, 2% del territorio de los Estados Unidos está ocupado por el automóvil (carreteras, calles, aparcamientos), y en la UE-15, sólo la red vial ocupa 40,000 kilómetros cuadrados. En las urbes, el modo de transporte que requiere más espacio es el vehículo privado, estacionado 90% del tiempo (de 20 a 22 horas al día), y un desplazamiento diario del hogar al trabajo ocupa, por término medio, un espacio 90 veces superior al mismo desplazamiento efectuado en metro, y 20 veces mayor al efectuado en autobús o tranvía (Kenworthy y Laube, 2001; UITP, 2003). En la Ciudad de México, paradójicamente, 80% de los desplazamientos se realiza en medios de transporte público, pero más de 80% del espacio público destinado al tránsito está ocupado por automóviles privados. Además, pese al aumento de la flota vehicular, la antigüedad promedio de los automóviles no ha disminuido, y en 1998 la cuarta parte tenía 15 años de antigüedad, o más (PNUMA, 2003).

Con carácter general, los aspectos relacionados directamente con las condiciones de polarización y desigualdad social son ob-

viados en los análisis de sostenibilidad, centrados, habitualmente, en temas ambientales. Sin embargo, los problemas de movilidad resultan especialmente importantes para los colectivos más desfavorecidos. En las grandes ciudades y megaciudades, las velocidades medias de viaje en los días hábiles están disminuyendo. En el centro de la Ciudad de México, Manila, Shangai o Sao Paulo, en un día hábil se circula entre ocho y 15 kilómetros por hora. Para México existen investigaciones que demuestran que 20% de los trabajadores emplea más de tres horas en los desplazamientos diarios al trabajo, y que 10% emplea más de cinco horas. En América Latina existen crecientes signos de desarticulación del mercado de trabajo, especialmente en algunas grandes ciudades como Sao Paulo o la Ciudad de México. Este hecho, unido al deterioro en las condiciones del transporte público urbano y a la imposibilidad de ser propietario de un vehículo, supone, para los más pobres, un importante factor de exclusión social (Banco Mundial, 2002). Además, el crecimiento urbano desordenado aumenta, desproporcionadamente, los costes de desplazamiento al trabajo, con grave perjuicio para los pobres, que también sufren el deterioro del ambiente y de la seguridad vial y personal.

## 1.2. Costes externos

Junto con la dependencia energética y los aspectos sociales, principales causas de la insostenibilidad del modelo de transporte actual, hay que considerar las externalidades negativas, costes a terceros no incluidos en el precio de la mercancía. El elevado número de víctimas y accidentes de tráfico que se produce cada día, o los efectos negativos de la congestión de tráfico urbana, son aspectos que no pueden soslayarse en este análisis.

En la UE se han evaluado esos costes, en términos totales, medios y marginales, en los informes INFRAS-IWW (1999, 2004). Se han considerado componentes del coste externo del transporte: los accidentes de tráfico, el ruido, la contaminación atmosférica (daños a la salud, daños materiales y daños a la biosfera), los riesgos de cambio climático, los costes para la naturaleza y el paisaje, los costes adicionales en áreas urbanas, los procesos aguas arriba y aguas abajo, y la congestión.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Los estudios se han realizado para 17 países de la Unión Europea (Estados miembros de la antigua UE-15, Suiza y Noruega), para los años 1995 y 2000, y se calculan los costes totales y medios para la UE-17, diferenciados por modo de transporte.

Los costes externos totales, excluidos los de congestión, y en el escenario superior de cambio climático, suponían 7.3% del producto interior bruto (PIB) total de los países de la UE-17 en el año 2000<sup>4</sup> (INFRAS-IWW, 2004). El cambio climático es el componente de coste más importante, con 30% del total; la contaminación atmosférica y los costes por accidentes suponen 27 y 24%, respectivamente. Los costes del ruido y de los procesos aguas arriba y aguas abajo representan, cada uno, 7% de los costes totales. Los costes de los efectos sobre la naturaleza y el paisaje, y de los efectos urbanos adicionales, son de menor importancia (ambos suman 5%). El modo más impactante es el transporte por carretera, que origina 87.48% del coste total, y de eso, 87.19% está causado por el transporte de viajeros (cuadro 7).

Existen algunas estimaciones de los costos externos del transporte vial para América Latina, resumidas por el Banco Mundial (2002), que sugieren que en ciudades como Sao Paulo, Santiago, Buenos Aires o Ciudad de México, los costes externos del transporte vial suponen, en todos los casos, una proporción mayor a 5% del PIB.

Los accidentes de tráfico ocupan, actualmente, el noveno lugar entre las causas de muerte en todo el mundo, aunque se espera que asciendan al sexto lugar para el año 2020. Además, ocupan el segundo lugar en términos de reducción de la expectativa de vida (Banco Mundial, 2002). Recientes estimaciones conservadoras sugieren que entre 750,000 y 880,000 personas murieron como resultado de accidentes viales en 1999, y la Organización Mundial de la Salud (OMS) elevaba la cifra a más de un millón de muertes (OMS, 1999; Jacobs y Aeron-Thomas, 2000). Alrededor de 85% de esas muertes se produjeron en economías en desarrollo o en transición, y cerca de la mitad en áreas urbanas. Además, entre 25 y 35 millones de personas resultaron heridas en accidentes viales en todo el mundo, producidos, en 75% de los casos, en áreas urbanas. En términos monetarios, el coste estimado de los accidentes en el mundo en desarrollo equivale al montante de la ayuda y préstamos que éste recibe anualmente de las instituciones internacionales (US\$65 mil millones) (TRL y Silcock, 2000).

El cambio climático es considerado por los expertos como el mayor problema ambiental que afronta el planeta. La emisión de GEI, que afecta de lleno al sector transporte, tiene efectos locales

<sup>4</sup> Los costes de cambio climático se calculan para dos escenarios: en el escenario inferior, el precio sombra de la tonelada métrica emitida de CO<sub>2</sub> es de 20 euros, y en el superior, de 140 euros.

**Cuadro 7**  
**Costes externos totales del transporte UE-17, 2000**  
**(millones de euros/año)**

Componente de coste	Todos los modos de transporte	Importancia de cada externalidad (%)	Aportación de la carretera a los costes externos, por modos (%)				TOTAL			
			Automóvil	Moto	Camión ligero	Camión pesado		Viajeros	Mercancías	
Accidentes	156,439	25.14	72.99	0.62	13.58	5.26	7.01	87.19	12.27	99.46
Ruido	45,644	7.33	42.11	1.12	3.95	16.68	24.68	47.18	41.36	88.53
Contaminación atmosférica	174,617	28.06	26.76	4.75	0.25	11.70	50.63	31.75	62.33	94.08
Cambio climático esc. superior	195,714	31.45	33.12	1.71	0.67	6.89	15.03	35.50	21.93	57.42
<i>Cambio climático esc. inferior</i> <sup>1)</sup>	-27,959	-4.49	33.12	1.71	0.67	6.90	15.03	35.50	21.92	57.42
Naturaleza y paisaje	20,014	3.22	7.97	1.38	1.16	12.80	23.44	55.49	36.24	91.73
Aguas arriba y abajo <sup>2)</sup>	47,376	7.61	40.78	3.35	0.71	11.14	35.81	44.83	46.95	91.78
Efectos urbanos	10,472	1.68	55.21	1.40	1.21	11.65	25.15	58.37	36.26	94.62
TOTAL (UE-17) <sup>3)</sup>	622,317	100.00	45.10	2.43	4.10	9.45	26.41	51.63	35.85	87.48

Observaciones:

<sup>1)</sup> Costes del cambio climático en el escenario inferior, con un precio sombra de 20 euros/t CO<sub>2</sub> (valor a efecto informativo, no utilizado para calcular costes totales).

<sup>2)</sup> Costes del cambio climático de los procesos aguas arriba y aguas abajo, calculados con el valor sombra del cambio climático en el escenario superior (140 euros/t CO<sub>2</sub>).

<sup>3)</sup> Costes totales calculados en el escenario superior de cambio climático.

Fuente: Elaboración propia a partir de INFRAS-riww (2004).

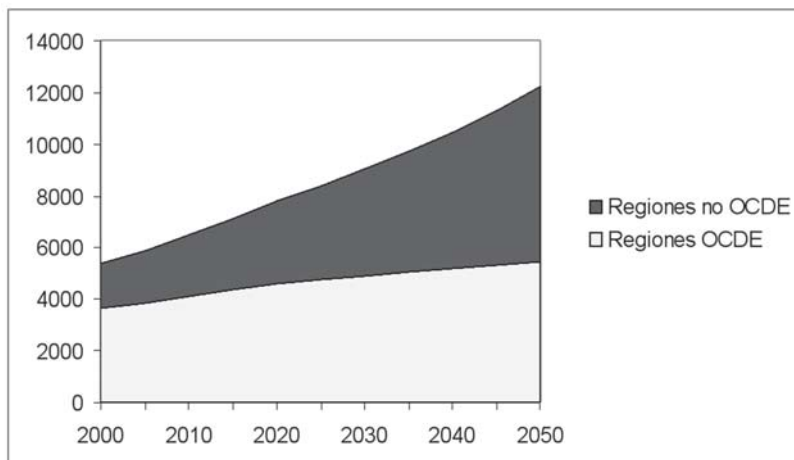
en el caso del monóxido de carbono, los hidrocarburos no quemados y el plomo; y efectos globales en el caso del dióxido de carbono emitido por los vehículos motorizados. La más importante de esas emisiones es el  $\text{CO}_2$  y, en menor medida, el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), el metano ( $\text{CH}_4$ ) y las partículas menores a 10 micrómetros (PM10). Si se tiene en cuenta que las emisiones de  $\text{CO}_2$  son directamente proporcionales a la cantidad de combustible carbonífero consumido, *ceteris paribus*, resulta que la reducción del consumo de combustible redundaría en una disminución de los costos económicos y de la contaminación del planeta, simultáneamente.

Entre 2000 y 2050, se espera un incremento de las emisiones de  $\text{CO}_2$  superior a 80% a escala internacional, con una gran responsabilidad del sector transporte, cuya emisión de  $\text{CO}_2$  aumentará 128% (AIE, 2004b). En los países en desarrollo, que actualmente presentan menores índices de emisión, se estima que ese incremento sea mayor a 290% (gráfico II). Estas trágicas previsiones se harán realidad si el transporte motorizado, concentrado en las áreas urbanas, continúa aumentando (UITP, 2003). En la UE, una cuarta parte de las emisiones totales de  $\text{CO}_2$  corresponden al transporte. En los Estados Unidos, los vehículos utilizados para los desplazamientos personales producen 265 kilogramos de agentes contaminantes por habitante y día. Las cifras se elevan a 185 kilogramos para Canadá y Oceanía; a 95 para Europa Occidental, y a 31 para las ciudades asiáticas prósperas; si bien hay previsiones de incremento de las emisiones que llegan a 65% entre 1990 y 2010 para la India (UITP, 2003).

En México, considerando la ZMVM, la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), la Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM), la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT), Ciudad Juárez y Mexicali, resulta que el transporte es la principal fuente de contaminantes, responsable de la mayor parte de las emisiones de CO a la atmósfera, de  $\text{NO}_x$  y de hidrocarburos (HC) (cuadro 8). En concreto, los automóviles particulares, debido a su gran número, tienen las mayores contribuciones. En la ZMVT, Ciudad Juárez y Mexicali, las emisiones están muy por debajo de las grandes urbes, pero las de CO,  $\text{NO}_x$  e hidrocarburos se encuentran, igualmente, asociadas con el transporte.

Las emisiones de  $\text{CO}_2$  también difieren por modos de transporte y tipo de vehículo. En la UE, el tráfico rodado genera, actualmente, cerca de 80% de las emisiones totales de  $\text{CO}_2$  producidas por el sector transporte, seguido del tráfico aéreo, que

**Gráfico II**  
**Previsión de las emisiones de CO<sub>2</sub> por el transporte, 2000-2050**  
**(millones de toneladas)**



Fuente: Fulton y Eads (2004).

**Cuadro 8**  
**Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos por**  
**transporte en algunas de las principales ciudades de México,**  
**1995, 1996 y 1998**  
**(% respecto al total de toneladas/año emitido por todas las fuentes)**

	<i>Partículas<sup>1</sup></i>	<i>SO<sub>2</sub></i>	<i>CO</i>	<i>NO<sub>x</sub></i>	<i>HC</i>	<i>Total</i>
ZMVM, 1996	24.31	21.29	99.56	69.95	33.35	84.98
ZMG, 1995	1.94	30.44	99.77	90.95	57.23	73.47
ZMM, 1995	0.73	8.10	99.64	64.32	66.31	53.32
ZMVT, 1996	1.94	15.67	99.87	89.48	58.02	67.71
Cd. Juárez, 1996	2.19	38.49	99.36	91.59	71.58	87.64
Mexicali, B.C., 1996	0.61	24.68	91.13	80.48	60.66	68.31

<sup>1</sup> Para la ZMVM, Mexicali y Tijuana-Rosarito sólo se incluyen las partículas menores a 10  $\mu\text{m}$ . ZMVM: Zona Metropolitana del Valle de México; ZMG: Zona Metropolitana de Guadalajara; ZMM: Zona Metropolitana de Monterrey; ZMVT: Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

Fuente: Elaboración propia a partir de Semarnat (2002b).

produce 15%. Los autobuses, los vehículos ligeros y los camiones o vehículos de carga pesada son responsables de la mayoría de las emisiones de GEI (WBCST, 2004). Además, tras estudiar el ciclo vital de los automóviles, la Agencia Internacional de Energía (AIE) estima que 72% de las emisiones de GEI procede del funcionamiento de los escapes; 18%, aproximadamente, de las acti-



vidades de extracción, refinado y distribución, y 12% se produce durante la fabricación de los automóviles. El transporte urbano es responsable de la emisión de 90% del plomo, de la mayor parte de emisiones de CO, y de una significativa contribución a la formación del ozono a nivel de superficie. Estas últimas son las más perjudiciales para la población, porque está más expuesta, con independencia de las toneladas emitidas.

A fin de reducir el negativo impacto del transporte sobre el ambiente urbano, es preciso diseñar una estrategia sustentada en dos tipos de instrumentos: tecnológicos y económicos. Los primeros, referidos a las acciones sobre vehículos y combustibles de transporte; los segundos, a la gestión del transporte y a la fiscalidad. Debe entenderse que cualquier estrategia tendente a reducir la contaminación generada por el sector transporte ha de considerarse en un contexto más amplio (Kojima y Lovei, 2001). Para paliar el problema se han barajado distintos incentivos con objeto de ahorrar combustible, y se ha demostrado que los controles a la contaminación basados en precios o impuestos apropiados son mucho más efectivos que el uso de regulaciones aisladas.

En las ciudades donde se limita el uso del vehículo privado, donde se exige el cumplimiento de normas ambientales estrictas y donde se cuenta con un buen sistema de transporte público, el tráfico tiene menos efectos negativos sobre la calidad del aire. En este sentido, las ciudades suizas, así como Copenhague, Amsterdam y Hamburgo, figuran entre las ciudades europeas menos contaminadas. Sin embargo, la Ciudad de México, Atenas y algunas ciudades asiáticas en desarrollo, donde el uso de los vehículos es intensivo y las normas son más relajadas, presentan niveles de contaminación que superan los 15,000 kilogramos de GEI por hectárea (Kenworthy y Laube, 2001; Banco Mundial, 2002). Otro aspecto que explica la calidad del aire urbano es el reparto modal de los desplazamientos personales. En el cuadro 5 se observaba que las regiones asiáticas, con una alta proporción de desplazamientos a pie, en bicicleta y en transporte público y una densidad poblacional de 134 habitantes por hectárea, tenían un nivel de emisión per cápita de 31 kilogramos de GEI por habitante, muy inferior a los 237 emitidos en los Estados Unidos y Canadá, donde la densidad poblacional es de tan solo 18.5 habitantes por hectárea.

El tratamiento del problema ambiental requiere soluciones políticas globales, aunque aún no exista consenso sobre la estrategia óptima para reducir la emisión de GEI, ni sobre el reparto de

las actuaciones entre países. Aunque en los países industrializados se reconoce la insostenibilidad de su modelo de crecimiento económico basado en el uso intensivo de recursos energéticos, no se están produciendo acciones políticas contundentes para atenuar los efectos negativos. Por su parte, los países en desarrollo están reproduciendo estas pautas de crecimiento sin contar con mecanismos que atenúen los riesgos sociales que ese modelo conlleva (Szyliowicz, 2003).

Algunas actuaciones en materia de protección ambiental incluyen el v Programa de Medio Ambiente de la UE (1992-2000), el Protocolo de Kyoto o el Consejo Europeo de Gotemburgo, que consideraron como ámbitos prioritarios de actuación, para alcanzar un desarrollo sostenible, a los sectores del transporte y de la energía.<sup>5</sup> El protocolo de Kyoto,<sup>6</sup> en vigor desde el 16 de febrero de 2005, establece que los países desarrollados reduzcan entre 2008 y 2012 sus emisiones de GEI en 5.2%, como media, respecto al nivel de 1990. Pero todos esos esfuerzos quedarán en meras declaraciones de intencionalidad si no se desliga el crecimiento económico de la emisión de GEI.

La gestión de la calidad del aire en México se lleva a cabo mediante la instrumentación de programas regionales en los que se fijan objetivos, costos y compromisos sobre la reducción de emisiones, en determinados plazos. Entre 1995 y 2005 se pusieron en marcha programas dirigidos a la mejora de la calidad del aire en el valle de México (Proaire), en el Área Metropolitana de Monterrey, en la Zona Metropolitana de Guadalajara, en el Valle de Toluca, en Ciudad Juárez, en Mexicali y en Tijuana-Rosarito. Actualmente está en vigor la versión del programa para el valle de México, 2002-2010, donde se recogen las medidas que los distintos actores sociales llevarán a cabo para lograr la re-

<sup>5</sup> La Comisión Europea estableció un marco de actuaciones que ha dado lugar a diversos trabajos, como el *Libro verde sobre el medioambiente urbano* (Comisión Europea, 1990), el v Programa de Medio Ambiente 1992-2000, el *Libro verde sobre el impacto del transporte en el medio ambiente* (Comisión Europea, 1992), la Estrategia de desarrollo sostenible aprobada por el Consejo europeo de Gotemburgo en 2001, o el *Libro blanco sobre la política europea de transporte de cara al 2010: la hora de la verdad* (Comisión Europea, 2001a). Los proyectos Civitas y CUTE se crearon para lograr un transporte urbano limpio en la UE, y el proyecto Growth busca la mejora de la movilidad y de la sostenibilidad.

<sup>6</sup> La Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC, en sus siglas inglesas) arrancó de la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro en 1992, y entró en vigor en 1994. Son miembros de la misma 188 países, y en 1997 aprobaron en Kyoto el protocolo de la convención, que lleva el nombre de esa ciudad japonesa. Los Estados Unidos, el mayor contaminador del planeta, se han negado reiterativamente a firmarlo.

ducción de las emisiones contaminantes (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [Semarnat], 2002a).

Se estima que, en caso de cumplirse las normas de calidad del aire en 2010, se evitarían, anualmente, más de 20 mil casos de admisiones hospitalarias por enfermedades respiratorias, más de 130 mil visitas a la sala de emergencias por padecimientos respiratorios y más de 20 mil ataques de asma, además de las pérdidas de productividad y bienestar ocasionadas por los daños a la salud (Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de México *et al.*, 2004).

Los datos disponibles sobre la exposición de la población al ruido son bastante escasos respecto a los de otros problemas ambientales. En la UE se ha calculado que cerca de 80 millones de personas; esto es, 20% de la población, están expuestas a niveles de ruido inadmisibles para la salud, según expertos científicos y sanitarios. Además, se calcula que otros 170 millones de ciudadanos viven en “zonas grises”, llamadas así porque los niveles de ruido causan importantes molestias durante el día (Comisión Europea, 1996). Los automóviles y los camiones son las principales fuentes de contaminación acústica en la mayoría de las ciudades, y el ruido procedente del tráfico es uno de los principales problemas ambientales en las zonas urbanas. Este problema tiene un impacto significativo en la salud y en la calidad de vida urbana, a pesar de la regulación sobre emisiones de ruido procedentes de automóviles y de la fabricación de vehículos menos ruidosos (Schade, 2003). La exposición a niveles de ruido por encima de los 85 decibeles causa problemas de sordera, y el ruido del tráfico local diario, escaso pero continuo, puede provocar estrés y aumentar la presión sanguínea y la frecuencia cardíaca.

El ruido del tráfico rodado proviene de los motores, de los tubos de escape de los automóviles, del movimiento de los vehículos por el aire y del contacto de los neumáticos con el pavimento. Podría reducirse diseñando vehículos aerodinámicos, mejorando la banda de rodaje de los neumáticos y perfeccionando la textura de la superficie pavimentada. Las barreras sonoras también pueden minimizar el impacto local del ruido procedente de los automóviles (WBCST, 2002). La contaminación acústica se reduciría drásticamente si se frenara el uso intensivo del vehículo privado y se lograra una mejor integración del transporte público en el entorno urbano (UITP, 2001, 2003).

La congestión urbana, íntimamente relacionada con la degradación ambiental, se ha convertido en uno de los problemas más

graves de las grandes ciudades y sus áreas metropolitanas (Oberholzer y Weck, 2002). Los costes de congestión han de calcularse independientemente del resto de las externalidades, ya que son un problema interno del sector transporte. Difieren entre modos de transporte y circunstancias como las horas del día y la localización de los recursos (Small y Gómez-Ibáñez, 1998; Newbery, 1988 y 1994). El impacto económico de la congestión incluye (Kenneth, 1997):

- Incrementos en los costes operativos de uso del vehículo privado.
- Incrementos en el tiempo medio de viaje, teniendo en cuenta que el tiempo adicional dedicado al tráfico congestionado se valora más alto que el tiempo gastado en vías sin congestión, por el mayor estrés y frustración que implica.
- Incrementos en la variabilidad del tiempo de viaje, que se pueden medir con la desviación típica del tiempo de viaje o una proporción de los vehículos que llegan tarde.

Para los países de la UE-17 y para el año 2000, se han estimado los costes totales y medios de congestión de las carreteras; los ingresos necesarios para su internalización, mediante sistemas de tarificación, y los costes por retrasos (INFRAS-IWW, 2004).

Aunque existen diversas medidas para aliviar la congestión, tales como expandir la capacidad de las vías, limitar el acceso a las áreas congestionadas mediante racionamiento, o mejorar la eficiencia de la carretera (carriles VAO, carriles Bus-Taxi, construcción de rotondas, reprogramación de semáforos...), la tarificación por congestión, en todas sus versiones, es el instrumento que más polémica y literatura económica está generando.

Desde la Economía del Bienestar, A. C. Pigou (1920) y F. H. Knight (1924) ya sugerían el establecimiento de un peaje para el uso de las carreteras congestionadas igual al coste marginal social. Con todo, la primera propuesta relevante de instrumentación de congestión por tarificación se realizó tras la Segunda Guerra Mundial, cuando la prosperidad económica condujo a un rápido crecimiento de la propiedad de los vehículos privados, y la congestión de tráfico comenzó a convertirse en un grave problema urbano. La propuesta, originaria de J. Buchanan (1952) y relativa a la inviabilidad de un sistema global de peajes y la defensa de un sistema para las horas punta por las rutas urbanas, sería desarrollada pos-

teriormente (Walters, 1961; Thompson, 1962; Roth, 1967; Vickrey, 1963 y 1967; Solow, 1973; Pines y Sadka, 1985).

A principios de la década de los sesenta, el Ministerio de Transportes británico publicó el informe Smeed (1964), donde se recogían las posibilidades técnicas y económicas de la tarificación urbana por congestión y se defendía su ejecución para hacer mejor uso del espacio viario. Aunque en las décadas de los sesenta y los setenta del siglo xx el Banco Mundial ofreció asistencia a los gobiernos de Malasia y Tailandia para introducir la tarificación por congestión en Kuala Lumpur y Bangkok, las propuestas no dieron fruto. Tampoco tuvo éxito el informe Voorhees, auspiciado por la misma institución para Venezuela. En 1974, el Comité de Acción para el Transporte por Carretera decidió implantar la tarificación en Singapur, que en junio de 1975 inauguró su Plan de permisos de área (ALS, Area Licensing Scheme), convirtiéndose en el primer anillo de peaje en oposición al peaje como un corredor para reducir la congestión de tráfico. A esa iniciativa le siguió una propuesta muy detallada para Hong Kong, pero rechazada por impopular. El anillo de Bergen, en Noruega, que se implantó en 1986 para financiar mejoras en carreteras, a la postre generó una importante reducción de tráfico (Gómez-Ibáñez y Small, 1994; Roth, 1996), y la experiencia se extendió a Oslo y Trondheim. En 1991 se comenzaron a utilizar precios variables en la carretera de peaje del norte de París para gestionar el tráfico del fin de semana. El cordón de Londres y uno más pequeño en Durham son las primeras ejecuciones británicas de ese tipo. En enero de 2006, se inauguró un cordón de peaje urbano de prueba en Estocolmo para conocer si la eficiencia del sistema de tráfico mejoraría con tarifas de congestión. Sus objetivos son reducir la congestión, aumentar la accesibilidad y mejorar la calidad ambiental. Las pruebas concluirán en julio de 2006, y el 17 de septiembre de este mismo año, coincidiendo con las elecciones generales, se realizará un referéndum para decidir si la tarificación permanece (Stockholms Stad, 2005). En el referéndum postal celebrado entre el 7 y el 21 en Edimburgo, para decidir la implantación de un peaje urbano, se impuso el "no" (74.4%) por aplastante mayoría, pese a la propuesta de pagar 2 libras al día con independencia de las veces que se cruzara el cordón de peaje. Los ingresos estimados de 760 millones de libras en 20 años debían destinarse a mejoras de transporte.

Aunque se ha identificado un número significativo de problemas técnicos para establecer la tarificación por congestión (Go-

odwin, 1995; Button y Verhoef, 1998), en la literatura sobre Economía del Transporte esta medida se erigió en un instrumento de amplia aceptación para gestionar la demanda de transporte privado en su acceso al centro de la ciudad.

La gestión integrada de los distintos modos de transporte y la implantación de la tarificación urbana se han convertido en métodos eficaces para lograr un uso más eficiente de los recursos de transporte. Si bien será difícil reducir el volumen de transporte de mercancías y viajeros en el futuro, no es menos cierto que se puede organizar de una manera más inteligente, con soluciones intermodales, adoptando tecnologías ahorradoras de energía en los vehículos, o con sistemas regulatorios más estrictos (Nijkamp, 2003).

## 2. Hacia la movilidad urbana sostenible

La sostenibilidad está íntimamente relacionada con los límites del crecimiento; así lo sugería Daly (1990) cuando contraponía las ideas de crecimiento y desarrollo. Aunque el término sostenible comenzó a utilizarse a partir de la década de los setenta, en aquellos momentos se asimilaba a “desarrollo autosostenido” (*self sustained growth*) en los círculos de la Economía convencional. Dos décadas más tarde, ante el deterioro ambiental creciente, D. H. Meadows (1991) retomó la idea de los límites del crecimiento y planteó la posibilidad de la coexistencia de un crecimiento sostenido, un ambiente limpio y una distribución más equitativa de la renta.

Aunque R. B. Norgaard (1994, 1996) subrayó la incompatibilidad entre sostenibilidad y desarrollo en el modelo de producción vigente, depredador del ambiente, R. M. Solow (1991, 1992) vino a exponer el problema desde la perspectiva de “un economista”, apuntando a la herencia en términos de *stock* de capital natural a las futuras generaciones. El problema, teóricamente, quedaba resuelto si la inversión anual en *stock* de capital cubría, al menos, su deterioro en ese periodo, ligando, así, el problema ambiental al crecimiento económico.

La Economía Ecológica rechazó la noción de sostenibilidad débil asumida por la Economía ortodoxa, se acogió a la de sostenibilidad fuerte (Norton, 1992) y advirtió que el tratamiento de la problemática ambiental y de la sostenibilidad exigía una reformulación del aparato conceptual del sistema económico. Esta visión hacía hincapié en que el *stock* de capital natural estaba

compuesto por objetos heterogéneos y, en ocasiones, insustituibles respecto al capital producido por el hombre (Daly, 1990). De otro lado, se afirmaba que el funcionamiento del sistema económico era el causante del deterioro ambiental (destrucción de ecosistemas, suelo fértil, extinción de especies, agotamiento de depósitos minerales, cambios climáticos, etc.). Junto con la diferenciación de sostenibilidad débil y fuerte, se puede distinguir también entre sostenibilidad global y local, atendiendo a la escala geográfica de referencia, ambas interdependientes en el muy largo plazo (Naredo, 1996).

El desarrollo sostenible no es sinónimo de crecimiento económico, ya que la mejora de calidad de vida comprende la satisfacción de necesidades materiales y no materiales (como el estado de salud), que no están garantizadas con un aumento del PIB (Gallopín, 2003). El desarrollo económico no puede medirse únicamente mediante la renta o la producción per cápita (Sen, 1999).

La movilidad urbana sostenible debe definirse, por tanto, en función de la existencia de un sistema y de unos patrones de transporte capaces de proporcionar los medios y oportunidades para cubrir las necesidades económicas, ambientales y sociales, eficiente y equitativamente, evitando los innecesarios impactos negativos y sus costes asociados. En la *Agenda 21* de la Cumbre de Río de 1992 se establecieron una serie objetivos para que el transporte fuera considerado sostenible o menos insostenible; entre ellos se incluía la reducción de la demanda de transporte privado y el incremento del uso del transporte público.

La UITP considera que la movilidad urbana sostenible ha de basarse en tres “pilares”: un uso del suelo que incorpore las necesidades de movilidad, la restricción del uso del vehículo privado y la promoción de un sistema de transporte público eficaz (UITP, 2003). La AIE propone una combinación de tres políticas para reducir el consumo de combustibles y de emisiones contaminantes en el sector del transporte: mejorar la eficiencia, hacer un mayor uso de los biocombustibles y adoptar vehículos eléctricos a base de hidrógeno (Fulton, 2004). El consejo empresarial mundial para el transporte sostenible establece siete metas para lograr la movilidad sostenible, todas ellas en relación con la reducción de las externalidades negativas del transporte (WBCST, 2004).

Una estrategia general de movilidad urbana sostenible debe estar integrada, a su vez, en un sistema global de sostenibilidad que permita cubrir las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacerlas. En con-

creto, un sistema de transporte sostenible debe permitir el acceso a los bienes y servicios, al trabajo, a la educación, al ocio y a la información, de forma segura para la salud pública y la integridad del ambiente. Debe garantizar la equidad inter e intrageneracional, ser asequible, operar de manera eficiente y ofrecer diferentes modos de transporte para lograr una intermodalidad sin interrupciones. Asimismo, debería minimizar el consumo de recursos no renovables, reutilizar y reciclar sus componentes, y limitar las emisiones de ruido y de GEI a la capacidad del planeta para absorberlos.

### *2.1. Uso del suelo*

La movilidad sostenible en las áreas urbanas ha de integrarse en políticas más amplias de ordenación del territorio y usos del suelo. En el ámbito europeo, el *Libro blanco* sobre transporte de 2001 (Comisión Europea, 2001a) insiste en la necesidad de integrar las distintas políticas (política económica, de ordenación del territorio, política social y educativa, política en materia de competencia) en pro de la sostenibilidad ambiental y social, ya que la política de transportes por sí sola no es suficiente (Stead y Banister, 2001). Diversos documentos sobre la política europea de planificación espacial hacen hincapié en la necesidad de integrar los distintos niveles (vertical) y los diferentes agentes en el proceso de aplicación de políticas (horizontal) (Comisión Europea, 1990; Grupo de Expertos en Medio Ambiente Urbano, 1996; Stead, 2003). No se debe olvidar que la inversión en infraestructuras de transporte y su localización geográfica generan poderosos efectos de arrastre en el sistema económico, y las posibles disparidades en dotación de infraestructuras de transporte pueden provocar la pervivencia no sólo de espacios comunicados históricamente, sino también de vacíos en el cuerpo económico territorial (Lizárraga, 2003). Este motivo hace que el sector público represente un importante papel a la hora de tomar decisiones en ese sentido, ya que debe contrarrestar las actuaciones que podrían provocar un aumento de la concentración geográfica.

La intervención pública en la ordenación del territorio y, por tanto, en la ordenación urbana y de transportes, se justifica por razones tanto de eficiencia como de equidad. En relación con los motivos de eficiencia, hay que referirse a las fuertes externalidades que acompañan a muchas decisiones con incidencia territorial, a las consecuencias de esas decisiones a largo plazo, a los



elevados costes de reversión y al carácter de bien (o mal) público de la ordenación del territorio. Además, la ordenación del territorio puede permitir superar problemas de información imperfecta sobre aspectos relevantes que afectan la toma de decisiones territoriales, debe evitar estrangulamientos en el sistema de transportes y puede convertirse en una ventaja competitiva. En términos de eficiencia, los costes del transporte son mucho más bajos en los países desarrollados donde ha existido cierta planificación territorial y, además, se ha logrado una mejor calidad de vida (Banco Mundial, 2002).

Respecto a los motivos de equidad, tanto en el espacio (entre las distintas partes de un territorio) como en el tiempo (entre generaciones) la economía de mercado muestra tendencia a generar fuertes y crecientes desequilibrios territoriales, así como a deteriorar el ambiente y a agotar los recursos naturales. El *Libro verde sobre medioambiente urbano* de la UE (Comisión Europea, 1990) analizó la incidencia de las condiciones de vida en las ciudades sobre el resto del territorio, planteamiento coincidente con la idea de sostenibilidad global antes indicada y que se mantiene en documentos posteriores. En concreto, el Informe final del Grupo de Expertos en Medio Ambiente Urbano (1996) señalaba que “el desafío de la sostenibilidad urbana apunta a resolver tanto los problemas experimentados en el seno de las ciudades, como los problemas causados por las ciudades”.

El desarrollo de políticas de transporte sostenibles en el ámbito urbano requiere su coordinación coherente con la planificación del uso del territorio, así como con la utilización óptima de los recursos económicos. Uno de los pilares de las políticas favorables a la movilidad urbana sostenible consiste en frenar la expansión urbana y el aumento del gasto en transporte que ésta conlleva. Las poblaciones urbanas aumentarán 27% en los próximos 30 años y se estima que en 2030, 23 ciudades superarán la barrera de los 10 millones de habitantes; 18 de ellas estarán en los países en desarrollo y afrontarán temibles niveles de congestión, accidentes de tráfico y contaminación atmosférica y acústica. Además, las tendencias demográficas apuntan a un envejecimiento de la población, lo que irá en detrimento de la capacidad de movilidad individual (WBTST, 2002).

Si se quiere evaluar la sostenibilidad de las ciudades en un sentido global, se han de tener en cuenta no sólo las actividades que tienen lugar en ellas, sino también aquellas otras de las que dependen aunque se realicen e incidan en territorios alejados.

Desde esta perspectiva, enjuiciar la sostenibilidad de las ciudades conduce a cuestionar la sostenibilidad del modelo de producción de los países industrializados, incluyendo todas las ramas de actividad económica cuyo funcionamiento se basa en la creciente insostenibilidad global de sus procesos de producción y vertido de agentes contaminantes.

## *2.2. Restricción del uso del vehículo privado y promoción del transporte público*

Como ya se ha comentado, la reducción de los niveles de ocupación de los vehículos privados ha provocado un aumento de la densidad de tráfico urbana y, con ella, un incremento de las emisiones de GEI, pese al uso de motores menos contaminantes. Por este motivo, aunque se utilizaran vehículos de bajo consumo o de emisión cero, no se solucionaría el problema de congestión urbana. Los costes externos del transporte desvían la inversión hacia el coche privado, de ahí que el establecimiento de tarifas que reflejen los costes marginales sociales se torne esencial para lograr la internalización de los mismos. Empero, su recaudación se debería destinar al desarrollo de la movilidad urbana sostenible, y al mismo tiempo debería plantearse como objetivo el “crecimiento cero en tráfico” para limitar el uso del coche privado en viajes urbanos (Comisión Europea, 1995, 1998).

Para evitar que la restricción del uso del vehículo privado se traduzca en una reducción de la libertad de movilidad individual, la medida debería acompañarse con el fomento del transporte público, que aun cuando no llega a su capacidad máxima, tiene menores efectos contaminantes locales que el transporte privado. Las nuevas tecnologías asociadas con una gestión más eficiente de las compañías de transporte también ayudan a reducir el impacto ambiental. El aumento de la movilidad y la accesibilidad a un transporte colectivo seguro puede lograrse con una regulación que promueva la equidad y mejore el acceso de la población de menor nivel de renta y más vulnerable (discapacitados, mayores, niños, estudiantes...).

Además de adoptar una legislación que promueva la movilidad sostenible, el sector del transporte público debe introducir sistemas de gestión ambiental para asegurar una acción lo más eficaz posible, y se debe dar prioridad a los modos colectivos poco contaminantes y con un bajo consumo energético, a fin de lograr un uso eficiente del transporte colectivo.

Los modos de transporte poco contaminantes localmente, como el tren ligero, el metro y los vehículos eléctricos, proporcionarían una movilidad con un alto nivel de ocupación en los centros de las ciudades, y los derechos especiales de paso y el acceso restringido para el transporte privado mejorarían la seguridad y la calidad del aire. A la industria del transporte se le debe exigir el uso de tecnologías más limpias, la reducción del ruido de los vehículos y la promoción de nuevas fuentes de energía. Los productores de petróleo deberían comercializar y distribuir diesel de bajo contenido en azufre (o desulfurado) y combustible sin plomo en todos los países, pero especialmente en los países en desarrollo (Banco Mundial, 2002). Por su parte, los gobiernos deberían implantar ventajas fiscales e incentivos a las prácticas y compras sostenibles, como la adquisición de vehículos limpios y ligeros con altos niveles de rendimiento tecnológico. Además, resulta fundamental que se produzca un cambio en el comportamiento del usuario, que debería sustituir el modo de transporte privado por el colectivo en la mayoría de sus viajes urbanos.

Junto con la restricción del vehículo privado y el fomento del transporte colectivo, para tener el menor impacto ambiental posible resulta prioritaria la integración de todos los modos de transporte para alcanzar la máxima interoperabilidad entre redes privadas y públicas con un alto nivel de ocupación.

### *2.3. Tecnología, multimodalidad y participación ciudadana*

En los últimos años se han producido varios intentos de elaborar estrategias de movilidad sostenible. Se trata de un requisito común básico para lograr un nuevo planteamiento que sitúe al ambiente y a la salud en un primer plano en las políticas para el transporte y los sectores conexos en el marco local, nacional e internacional (OCDE-EST, 2000; Banco Mundial, 1996; AIE, 2004; Possum, 1998; Schade *et al.*, 2000). Esos proyectos tienen en común una idea: para lograr la movilidad sostenible se han de combinar las medidas tecnológicas con cambios en la conducta ciudadana (Fulton, 2004).

La puesta en marcha de cualquier proyecto requiere establecer limitaciones a la conducta de los usuarios, porque muchos de los problemas generados por el transporte no tienen posible solución en la construcción de nuevas carreteras, ya que el espacio en las urbes está limitado. En consecuencia, se está prestando mayor atención a la concepción y puesta en práctica de sistemas

de transporte multimodal, compuestos por distintos modos de transporte integrados, coordinados y conectados eficientemente entre sí (Replogle, 1991).

La instrumentación de un sistema de transporte multimodal promovería un ahorro energético importante, especialmente si se fomentara el uso de los vehículos menos contaminantes. Un litro de combustible puede transportar a un pasajero durante 48 kilómetros en metro, 39.5 kilómetros en autobús, y sólo 18.6 kilómetros en coche privado. El metro es el modo más rentable desde un punto de vista energético, seguido de cerca por el tren ligero, más eficaz a medida que la electricidad provenga de energías renovables. El transporte público consume tres veces menos energía por pasajero transportado que el coche privado en Canadá y Oceanía; 3.7 veces menos en Europa, y 10 veces menos en Japón, que cuenta las dos redes ferroviarias más eficientes del mundo en la región, en Tokio y Osaka (UITP, 2003).

La Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, en México, ha logrado el apoyo de diversos organismos internacionales para llevar a cabo una serie de proyectos y estudios encaminados a la puesta en marcha de un Programa de Transporte Sustentable de la ZMVM, en el ámbito del Programa Integral de Transporte y Vialidad del Distrito Federal 2000-2006. Se obtuvo una donación de 5.8 millones de dólares del Fondo para el Medio Ambiente Mundial, por medio del Banco Mundial, para realizar un proyecto de introducción de medidas ambientalmente amigables con el transporte, en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Se pretende, así, potenciar un cambio modal de largo plazo hacia un transporte público más eficiente, menos contaminante y más amigable con el clima. También se ha recibido un millón de dólares de la Fundación Shell, por medio del Instituto para los Recursos Mundiales, para establecer el Centro de Transporte Sustentable de la Ciudad de México y crear las bases operativas e institucionales para el apoyo de proyectos en materia de transporte, energía y ambiente.

La implantación de un sistema multimodal sostenible requiere la consideración de tres aspectos: la tecnología, la planificación y la política. Además, exige un mínimo de conocimientos técnicos por parte del usuario. Por este motivo, y pese a las ventajas mencionadas, en el mundo son raros los proyectos en esta línea, ya que hace falta un sistema formativo que transmita nuevos conocimientos especializados y una infraestructura de información similar a la que actualmente tiene un automovilista (se-

ñales de tráfico, autoescuelas, mapas de carreteras) (Sherry *et al.*, 2001).

En el caso del transporte público, basado en la multimodalidad y los transbordos, aún no se cuenta con el alto grado de coordinación e integración de los modos que ese sistema exigiría para funcionar eficientemente. La variedad de participantes, tanto públicos como privados, y la divergencia de sus objetivos, hacen más compleja la gestión coordinada e integrada. De otro lado, una mayor participación del público podría aportar información a los planificadores para mejorar la calidad de las políticas de transporte urbano (Szyliowicz, 2003). Posiblemente, este aspecto político-social sea, a menudo, soslayado por los decisores públicos, dada la indefinición del concepto de “participación pública” y de las inversiones que requiere poner en marcha un mecanismo que permita al público participar en la adopción racional de decisiones locales fundamentales (Kweit y Kweit, 1987; Khisty, 1996).

En definitiva, el reto consiste en promover un estilo de vida urbano centrado en una movilidad sostenible, y en desarrollar redes de transporte público integradas con modos no motorizados, mediante la implementación de avances tecnológicos, transporte multimodal y participación ciudadana.

## Conclusiones

Pese a que en las sociedades modernas resulta imprescindible un sistema de transporte adecuado que posibilite la movilidad urbana y la accesibilidad poblacional a los servicios, su configuración actual está provocando graves externalidades negativas y gran parte de los problemas de sostenibilidad ambiental, social y energética. A escala global, se sufre contaminación atmosférica y calentamiento del planeta por las emisiones de los vehículos, y destrucción de zonas naturales por la continua expansión de las vías de circulación. A escala local, la configuración de las áreas metropolitanas está conformando un modelo intensivo en el uso del vehículo privado subutilizado por el número de personas que transporta y derrochador de energía, y de efectos sociales perniciosos. Aunque los accidentes viales son, con mucho, la externalidad más trágica del transporte, no son menos importantes la contaminación atmosférica, la contaminación acústica y la congestión urbana. Recientes estimaciones sobre costes externos totales del transporte, los situaban en 7.3% del PIB total para los países de la UE-17. Cifras del Banco Mundial (2002) sugieren que en ciudades como Sao

Paulo, Santiago, Buenos Aires o la Ciudad de México, los costes externos del transporte vial suponen, en todos los casos, una proporción mayor a 5% del PIB.

El tratamiento del problema ambiental requiere soluciones políticas globales para atenuar los efectos negativos de un modelo de crecimiento claramente insostenible y reproductor de desigualdades socioeconómicas. Además, el modelo de movilidad urbana ha tenido consecuencias negativas en la vida social, porque se margina a los colectivos más desfavorecidos y a las áreas periféricas, genera un aumento de los costes públicos y privados, reduce la capacidad fiscal del centro tradicional y deviene en problemas de infraestructura y deterioro de sus servicios. Para los colectivos más pobres y marginados representa una nueva fuente de desigualdad en el acceso a bienes y servicios de primera necesidad, y una barrera, en muchos casos, insuperable y fortalecedora de la existencia de guetos urbanos. En América Latina, el problema se agudiza en algunas grandes ciudades como Sao Paulo o la Ciudad de México, con grave deterioro de las condiciones laborales y de la seguridad vial y personal.

Una estrategia general de movilidad urbana sostenible debe integrarse en un sistema global de sostenibilidad que permita cubrir las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacerlas, permitiendo el acceso a los bienes y servicios, al trabajo, a la educación, al ocio y a la información, de forma segura para la salud pública y la integridad del ambiente. Debe garantizar la equidad inter e intrageneracional, ser asequible, operar de manera eficiente y ofrecer diferentes modos de transporte para lograr una intermodalidad sin interrupciones. Asimismo, debería minimizar el consumo de recursos no renovables, reutilizar y reciclar sus componentes, y limitar las emisiones de ruido y de GEI a la capacidad del planeta para absorberlos.

La movilidad urbana sostenible obligaría a evaluar globalmente la sostenibilidad de las ciudades y, más allá de esto, llevaría a cuestionar la sostenibilidad del modelo de producción de los países industrializados, incluyendo todas las ramas de actividad económica cuyo funcionamiento se basa en la creciente insostenibilidad global de sus procesos de producción y vertido de agentes contaminantes. Tal vez la principal limitación para lograrla sea la necesidad de que la sociedad, en su conjunto, participe en el proceso y se comprometa a modificar sus comportamientos de consumo y sus modelos de movilidad. Ciudadanos, gobiernos y

empresas han de promover acciones, políticas y programas destinados a mejorar las tendencias actuales de movilidad, y el actual modelo de consumo y producción.

## Bibliografía

AIE (Agencia Internacional de Energía) (2002), *World Energy Outlook 2002*, AIE-OCDE, París.

\_\_\_\_\_ (2004a), *Energy Technologies for a Sustainable Future*, AIE, París.

\_\_\_\_\_ (2004b), *World Energy Outlook 2004*, AIE-OCDE, París.

Banco Mundial (1996), *Sustainable Transport*, Banco Mundial, Washington, D.C.

\_\_\_\_\_ (2002), *Ciudades en movimiento. Revisión de la estrategia de transporte urbano del Banco Mundial*, Banco Internacional para la Reconstrucción y el Desarrollo-Banco Mundial, Washington, D.C.

Burchell, Robert W., Naveed A. Shad y David Listokin (1998), *The Costs of Sprawl-Revisited*, Reporte del Programa Cooperativo de Investigación sobre Tránsito, num. 39, Transportation Research Board, Washington, D.C.

Buchanan, James M. (1952), "The Pricing of Highway Services", *National Tax Journal*, 5: 97-106.

Button, Kenneth John y Erik T. Verhoef (1998), "Introduction", en Kenneth John Button y E. T. Verhoef (eds.), *Road Pricing, Traffic Congestion and the Environment: Issues of Efficiency and Social Feasibility*, Edward Elgar, Cheltenham.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina) (2003), *Sostenibilidad energética en América Latina y el Caribe: el aporte de las fuentes renovables*, CEPAL-GTZ, Santiago de Chile.

Comisión Europea (1990), *Libro verde sobre medioambiente urbano*, Comisión Europea, Luxemburgo.

- \_\_\_\_\_ (1992), *Libro verde sobre el impacto del transporte en el medio ambiente: una estrategia comunitaria para un desarrollo de los transportes respetuoso con el medio ambiente*, Comisión Europea, Bruselas.
- \_\_\_\_\_ (1995), *Libro verde hacia una tarificación equitativa y eficaz del transporte. Opciones para la internalización de los costes externos del transporte en la Unión Europea*, Comisión Europea, Bruselas.
- \_\_\_\_\_ (1996), *Libro verde. Política futura de lucha contra el ruido*, Comisión Europea, Bruselas.
- \_\_\_\_\_ (1998), *Libro blanco. Tarifas justas por el uso de infraestructuras: Estrategia gradual para un marco común de tarificación de infraestructuras de transporte en la UE*, Comisión Europea, Bruselas.
- \_\_\_\_\_ (2001), *Economic Aspects of Sustainable Mobility*, EXTRA Project/CE, Comisión Europea, Bruselas.
- \_\_\_\_\_ (2001a), *Libro blanco sobre la política europea de transporte de cara al 2010: la hora de la verdad*, Comisión Europea, Bruselas.
- Daly, Herman E. (1990), "Toward Some Operational Principles of Sustainable Development", *Ecological Economics*, 2: 1-6.
- Department for Transport (2005), *Transport Statistics Bulletin. National Travel Survey: 2004*, Department for Transport, Londres.
- Directorate-General for Energy and Transport (2004), *Pocket Book*, Comisión Europea, Bruselas.
- European Union Road Federation (2004), *European Road Statistics 2004*, ERF, Bruselas.
- Fulton, Lew (2004), "Reducing Oil Consumption in Transport: Combining Three Approaches", *AIE/ Office of Energy Efficiency, Technology and R&D Working Paper*, 2004/01, París.



Fulton, Lew y G. Eads (2004), *Model Documentation and Reference Case Projection*, IEA-SMP, París.

Gallopin, Gilberto (2003), “Sostenibilidad y desarrollo sostenible. Un enfoque sistémico”, *Serie Medioambiente y Desarrollo*, num. 64, CEPAL-Gobierno de los Países Bajos, Santiago de Chile.

Gómez-Ibáñez, José A. y Kenneth A. Small, (1994), *Road Pricing for Congestion Management: A Survey of International Practice*, Transport Research Board, National Academy Press, Washington, D.C.

Goodwin, P. B. (1995), “Road Pricing or Transport Planning”, en B. Johansson y L.-G. Mattsson (eds.), *Road Pricing: Theory, Empirical Assessment and Policy*, Kluwer, Boston.

Grupo de Expertos en Medio Ambiente Urbano (1996), *European Sustainable Cities. Report of the Expert Group on the Urban Environment*, Comisión Europea, DGXI (Environment, Nuclear Safety and Civil Protection), Bruselas.

INFRAS-IWW (1999), *External Effects of Transport*, INFRAS, Zurich y Karlsruhe.

\_\_\_\_\_ (2004), *Costes externos del transporte, 2000, estudio de actualización*, INFRAS, Zurich y Karlsruhe.

Jacobs, G. D. y A. Aeron-Thomas (2000), *A Review of Global Road Accident Fatalities*, Department of International Development (DFID)-Global Road Safety Partnership. Génova.

Kenneth, M. Gwilliam (1997), *The Value of Time in Economic Evaluation of Transport Projects. Lessons from Recent Research*, World Bank, Washington, D.C.

Kenworthy, Jeff y Felix Laube (2001), *Millennium Cities Database for Sustainable Transport (1999-2001)*, UITP, Bruselas.

Khisty, C. Jotin (1996), “Education and Training of Transportation Engineers and Planners vis-à-vis Public Involvement”,

*Transportation Research Record*, núm. 1552, Consejo Nacional de Investigación, Washington, D.C.

Knight, Frank Hyneman (1924), "Some Fallacies in the Interpretation of Social Cost", *Quarterly Journal of Economics*, 38: 582-606.

Kohr, Leopold (1976), *The City of Man: The Duke of Buen Consejo*, Universidad de Puerto Rico, Puerto Rico.

Kojima, Masami y Magda Lovei (2001), *Urban Air Quality Management: Coordinating Transport, Environment and Energy Policies in Developing Countries*, Documento Técnico del Banco Mundial 508, Banco Mundial, Washington, D.C.

Kweit, Mary G. y Robert W. Kweit (1987), "The Politics of Policy Analysis", en J. DeSario y S. Langton (eds), *Citizen Participation in Public Decision Making*, Greenwood Press, Nueva York.

Laarman, F. (1973), "L'accessibilité en zone urbaine", *Urbanismo*, 134-135: 36-39.

Lizárraga, Carmen (2003), *La formación del espacio económico andaluz*, Universidad de Granada, Granada.

Meadows, Donella H., Dennis L. Meadows y Jorgen Randers (1992), *Beyond the Limits: Global Collapse or a Sustainable Future*, Earthscan Publications, Londres (Traducción al español: *Más allá de los límites del crecimiento*, El País-Aguilar, Madrid, 1992).

Miralles-Guasch, Carmen (2002), *Ciudad y transporte: el binomio imperfecto*, Ariel, Barcelona.

Monclús, Francisco Javier (1992), "Infraestructuras de transporte y crecimiento urbano en EE.UU. Literatura reciente y nuevas perspectivas", *Historia Urbana*, 1: 37-53.

Naredo, José Manuel (1996), "Sobre el origen, el uso y el contenido del término 'sostenible'", en *Ciudades para un futuro*

*más sostenible*, Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Madrid.

Newbery, David M. (1988), "Road User Charges in Britain", *Economic Journal*, 98: 161-176.

\_\_\_\_\_ (1994), "The Case for a Public Road Authority", *Journal of Transport Economics and Policy*, 28: 235-253.

Nijkamp, Peter (2003), "Globalization, International Transport and the Global Environment: A Research and Policy Challenge", *Transportation Planning and Technology*, 26 (1):1-8.

Norgaard, Richard B. (1994), *Development Betrayed. The End of Progress and a Coevolutionary Revisioning of the Future*, Routledge, Londres y Nueva York.

\_\_\_\_\_ (1996) *Globalization and Unsustainability*, International Conference on Technology, Sustainable Development and Imbalance, Tarrasa.

Norton, Bryan G. (1992), "Sustainability, Human Welfare and Ecosystem Health", *Ecological Economics*, 14 (2): 113-127.

Oberholzer-Gee, Felix y Hannelore Weck-Hannemann (2002), "Pricing Road Use: Politico-economic and Fairness Considerations", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 7 (5): 357-371.

OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) (1996), *Pollution Prevention and Control: Environmental Criteria for Sustainable Transport*, OCDE, París.

OCDE-EST (Environmentally Sustainable Transport) (2000), *Environmentally Sustainable Transport: Futures, Strategies and Best Practices - Synthesis Report*, Ministerio Federal Austriaco de Agricultura, Bosques, Medio Ambiente y Gestión del Agua, Viena.

OMS (Organización Mundial de la Salud) (1999), *Informe sobre la salud en el Mundo*, Génova.

- Pigou, Arthur Cecil (1920), *The Economics of Welfare*, Macmillan, Londres.
- Pines, David y Efrain Sadka (1985), “Zoning, First-best, Second-best, and Third-best Criteria for Allocating Lands for Roads”, *Journal of Urban Economics* 17: 167-183.
- PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente) (2003), *GEO ciudad de México, 2004*, PNUMA, Oficina Regional para América Latina y el Caribe-Centro de Investigación en Geografía y Geomática “Ing. Jorge L. Tamayo”.
- Possum (Policy Scenarios for Sustainable Mobility) (1998), *Possum Policy Scenarios for Sustainable Mobility – Final Report*, Comisión Europea, Bruselas.
- Replogle, Michael A. (1991), “Sustainable Transportation Strategies for Third World Development”, *Transportation Research Record*, núm. 1294, National Research Council, Washington, D.C.
- Roth, Gabriel (1967), *Paying for Roads: Economics of Traffic Congestion*, Penguin, Middlesex, Inglaterra.
- \_\_\_\_\_ (1996), “Brief History of Road Congestion Pricing”, anexo al capítulo 4, en *Roads in a Market Economy*, Ashgate, Brookfield, vi.
- Santamarta, José (2004), “Las energías renovables son el futuro”, *World Watch*, 27: 34-40.
- Schade, Wolfgang (2003), “El ruido del tráfico: un reto para la movilidad sostenible”, *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 176: 126-157.
- Schade, Wolfgang, Werner Rothengatter, Astrid Gühne y Karsten Kuchenbecker (2000), “Goal Driven Design of a Sustainable Transport System”, en K. Rennings, O. Hohmeyer y R. L. Ottinger (comps.), *Social Costs and Sustainable Mobility, Strategies and Experiences in Europe and the United States*, Physica-Verlag, Manheim.

Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de México, Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Secretaría de Salud (2004), *Programa para mejorar la calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México*, México.

Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2002a), *Informe de la situación del medio ambiente en México, 2002*, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Dirección General de Manejo Integral de Contaminantes, México.

\_\_\_\_\_ (2002b), *Compendio de estadísticas ambientales, 2002*, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Dirección General de Manejo Integral de Contaminantes, México.

Sen, Amartya (1999), *Development as Freedom*, Alfred A. Knopf, Nueva York (Traducción en español: *Desarrollo y libertad*, Planeta, Barcelona, 2000).

Shepherd Simon P. y A. Sumalee (2004), “A Genetic Algorithm based Approach to Optimal Toll Level and Location Problem”, *Networks and Spatial Economics*, 4: 161-179.

Sherry, P., J. Szyliowicz y A. Perl (2001), *Identification of Needed Intermodal Skills and Development of Required Training Programs*, Research Report, Asia Pacific Economic Cooperation, Transportation Working Group.

Small, Kenneth y José A. Gómez-Ibáñez (1998), “Road Pricing for Congestion Management: The Transition from Theory to Policy”, en K. J. Button y E. T. Verhoef (eds.), *Road Pricing, Traffic Congestión and the Environment: Issues of Efficiency and Social Feasibility*, Edward Elgar, Cheltenham.

Solow, Robert M. (1973), “Congestion Cost and the Use of Land for Streets”, *Bell Journal of Economics*, 4: 602-618.

- \_\_\_\_\_ (1991), "Sustainability: An Economist's Perspective", en R. Dorfman y N. S. Dorfman (eds.), *Economics of the Environment*, W. W. Norton y Co., Nueva York.
- \_\_\_\_\_ (1992) "An almost Practical Step towards Sustainability" (Conferencia pronunciada con motivo del 40 aniversario de Resources for the Future, 8-10-1991).
- Stead, Dominic (2003), "Las políticas de transporte y de ordenación del territorio: ¿se han conjugado realmente?", *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 176: 192-210.
- Stead, Dominic y David Banister (2001), "Influencing Mobility Outside Transport Policy", *Innovation. The European Journal of Social Science Research*, 14 (4): 315-330.
- Stockholms Stad (2005), *The Stockholm Trials start on 22 August and 3 January*, City of Stockholm, folleto informativo.
- Szylowicz, Joseph S. (2003), "Adopción de decisiones, transporte multimodal y movilidad sostenible: hacia un nuevo modelo", *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 176: 9-25.
- Thompson, J. (1962), "Calculation of Economic Advantages Arising from a System of Road Pricing", *Transport and Road Research Laboratory Report n° PRP 8*, Crowthome, Inglaterra.
- TRL (Transport Research Laboratory UK) y R. Silcock (2000), *Review of Road Safety in Urban Areas*, Documento preparado para la Revisión de la Estrategia de Transporte Urbano.
- UITP (Unión Internacional de Transporte Público) (2001), *The Millennium Cities Database for Sustainable Transport*, Union Internationale des Transports.
- \_\_\_\_\_ (2003), *Ticket to the Future: 3 Stops to Sustainable Mobility*, UITP, Bruselas.
- U.K. Ministry of Transport (1964), *Road Pricing: The Economic and Technical Possibilities. Smeed Report*, HMSO, Londres.

Vickrey, W. (1967), "Optimization on Traffic", *Journal of Transport Economics and Policy*, 1 (1): 123-136.

Vickrey, W. S. (1963), "Pricing in Urban and Suburban Transport", *American Economic Review*, 53: 251-261.

Walters, A. A. (1961), "The Theory and Measurement of Private and Social Cost of Highway Congestion", *Econometrica* 29: 676-699.

WBCST (World Business Council for Sustainable Transport) (2002), *Movilidad 2001, Perspectiva general*, WBCST, Génova.

\_\_\_\_\_ (2004), *Mobility 2030: Meeting the Challenges to Sustainability*, WBCST, Génova.

*Recibido:* 18 de agosto de 2005.

*Reenviado:* 5 de enero de 2006.

*Aceptado:* 14 de febrero de 2006.

**Carmen Lizárraga Mollinedo.** Doctora en ciencias económicas y empresariales por la Universidad de Granada, con la tesis doctoral titulada *La formación del espacio económico andaluz, 1812-1998*, publicada en 2003. Como miembro del grupo de investigación "Economía política, historia e instituciones", ha participado en numerosos proyectos de investigación y publicado diversos libros y artículos en revistas que incluyen la mexicana *Problemas del Desarrollo*, así como las españolas *Ciudad y Territorio* o *Ekonomiaz*. La economía regional, el desarrollo rural ligado al turismo y la economía del transporte han sido sus áreas preferentes de estudio. Fue coordinadora de la Diplomatura en Turismo de la Universidad de Granada hasta 2006, y preside el comité de autoevaluación de dicha titulación. Ha impartido numerosas conferencias sobre turismo sostenible y en la actualidad es profesora de "Economía del transporte" en la Universidad de Granada, e imparte clases en diversos masters y cursos especializados.