

La evaluación de los efectos externos de la carretera en los estudios de planificación (*)

Por OLEGARIO LLAMAZARES GOMEZ

Doctor Ingeniero de Caminos

La decisión en cuanto a inversiones y prioridades de los Planes de Carreteras se basa en estudios cada vez más completos, en los que se considera una amplia gama de efectos externos de las vías que van a ser objeto de nueva construcción o acondicionamiento, definiendo las respectivas actuaciones en función de su necesidad y rentabilidad. El autor informa sobre la nueva metodología de evaluación que debe utilizarse en los procesos selectivos que permitan optimizar, en lo posible, las soluciones que se adopten en las distintas fases del Plan.

1. INTRODUCCION

La influencia de la red viaria —conjunto de carreteras y caminos— en el territorio que sirve, en cuanto a la repercusión de las actividades de todo tipo que hacen posible el desarrollo económico y social, presenta tal complejidad que la configuración de su esquema excede con mucho de la simple planificación técnica y requiere la consideración de una serie de factores industriales, urbanos, ecológicos, turísticos, etcétera, dependiendo finalmente la elección de las soluciones más adecuadas de una decisión política en el más amplio sentido del término.

Pero, en todo caso, para fundamentar esta decisión final se deberán aportar minuciosos estudios esclarecedores del proceso selectivo, con análisis de rentabilidad de las soluciones consideradas, en los que es muy importante la evaluación de los efectos externos. En los últimos veinticinco años se ha perfeccionado considerablemente la metodología de cálculo de rentabilidad de las obras de carreteras, si bien no faltan objeciones a su rigor, alegando, de una parte, que en ella se desprecian ciertos factores importantes, cuya influencia es difícil o práctica-

mente imposible, de cuantificar y, de otra, que se introducen parámetros inciertos que dependen del tráfico, cuyas tendencias de crecimiento y distribución son mal conocidas *a priori*.

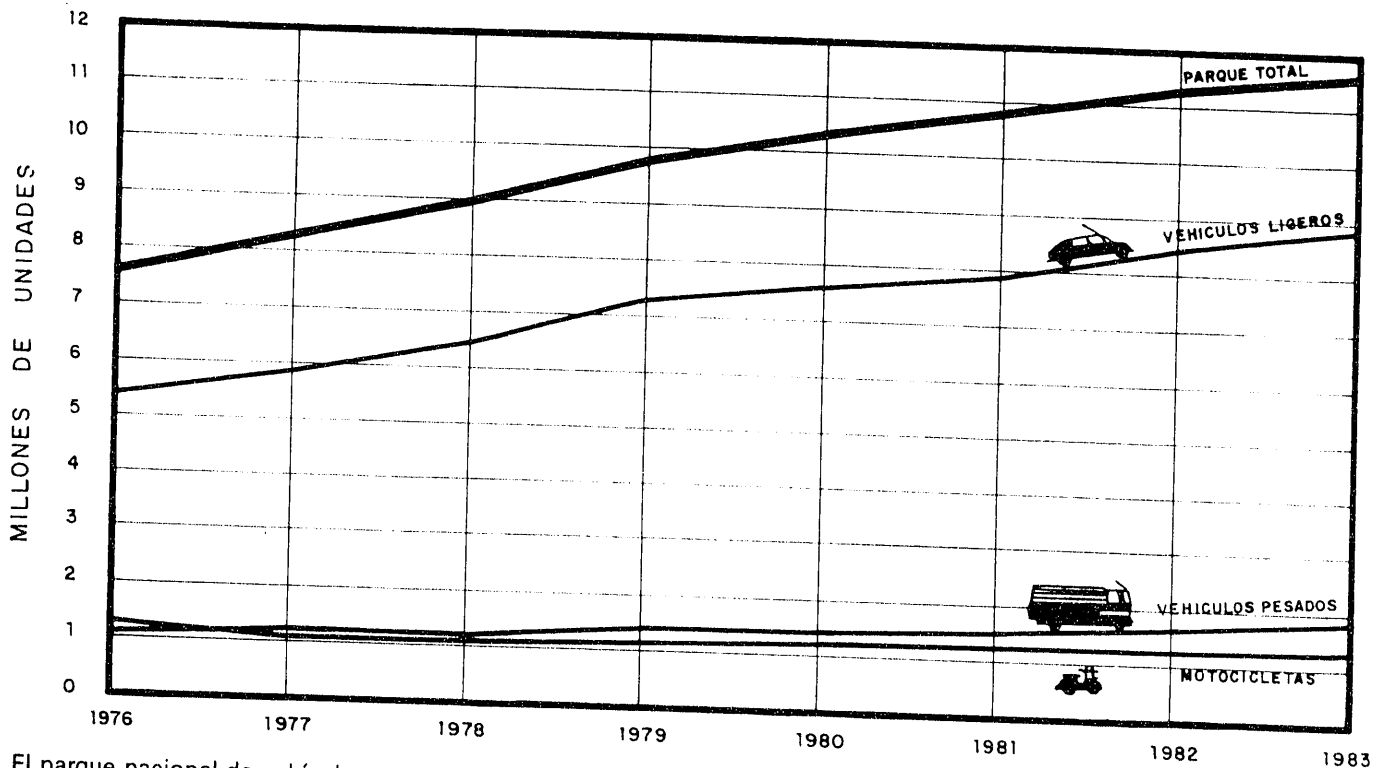
Los cálculos de rentabilidad parten de la determinación de costes y beneficios, a los que se atribuyen determinados valores; se integran éstos en un sistema de amplia casuística en el que se basa la elección de inversiones y prioridades, resultado de análisis comparativos de demanda y rentabilidad. Se deslindan una serie de costes significativos referentes a la construcción propiamente dicha, costes de expropiaciones e indemnizaciones, costes de explotación, considerando el consumo energético, gastos de *desutilidad* ligados a las afecciones medioambientales *lato sensu*, gastos de conservación dependientes de la intensidad y composición del tráfico que vaya a circular por la vía en cuestión, etcétera.

2. INTEGRACION Y COORDINACION DE LA RED VIARIA

La infraestructura viaria de una nación está integrada por las carreteras y caminos de diverso rango que en ella existen, y a la que prestan servicio con diferente función y ámbito. Pero

(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que podrán remitirse a la Redacción de esta Revista hasta el 30 de noviembre de 1984.

EVOLUCION DEL PARQUE DE VEHICULOS



El parque nacional de vehículos, con 11,7 millones de unidades, es el quinto de Europa Occidental. En el gráfico puede verse el crecimiento clasificado en los últimos siete años. La punta absoluta de matriculación anual se alcanzó en 1977. A partir de 1980 el crecimiento se ha estabilizado en torno al 4,5 por 100, ritmo análogo al de los primeros años de la década de los 70.

en todo caso las diversas redes o subredes deben formar un conjunto único y armónico, principalmente por exigencias funcionales. En consecuencia, la planificación de la *red global* debe ser objeto de un estudio coordinado que se culmine al más alto nivel de decisión.

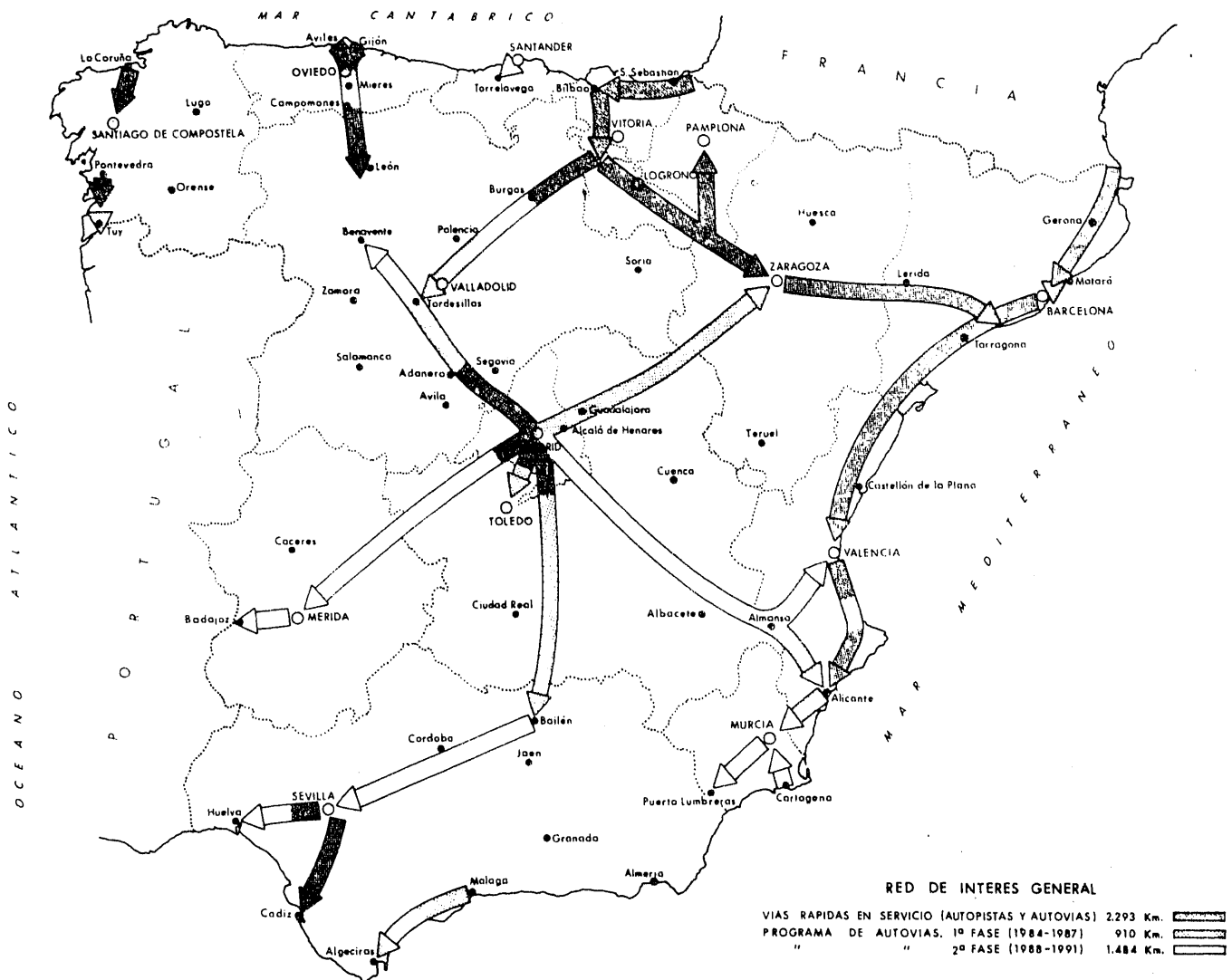
VALORACION Y DISTRIBUCION DE LA RED VIARIA GLOBAL

Organismo titular	Longitud km.	Valor estimado 10 ⁹ ptas.
MOPU	67.512	1.290
País Vasco	1.880	35
Cataluña	4.636	88
Galicia	4.803	84
Concesionarias de autopistas.	1.696	495
Diputaciones provinciales. ...	66.982	621
Ayuntamientos	74.889	150
IRYDA	53.565	214
ICONA	23.520	118
Otros Organismos	16.211	81
Total	317.694	3.177

A título informativo, señalaremos que la red global española, o sea, la que incluye todas las vías de tránsito público permanente, además de las carreteras estatales, autonómicas y provinciales, las vías municipales, caminos agrícolas, pistas forestales, militares y mineras, etcétera, totaliza actualmente 317.694 km., y este patrimonio viario se valora *grosso modo* en unos 3,2 billones de pesetas. En el siguiente cuadro figura la distribución por organismos titulares y la valoración estimada.

La longitud de la red de carreteras del Estado antes de iniciarse el proceso autonómico era de 81.171 km., habiéndose realizado las siguientes transferencias:

- al País Vasco todas las vías, excepto las autopistas que se explotan en régimen de concesión,
- a Cataluña la transferencia se realizó con



En el Avance del Plan General de Carreteras el Programa de Autovías se ha dividido en dos fases, de acuerdo con la intensidad de tráfico en los distintos corredores. Con este programa se trata de completar una red nacional de gran capacidad y reducir los desequilibrios regionales en cuanto a dotación de infraestructura viaria, en lo que se refiere a vías principales.

el criterio del 20 por 100 para el Estado, 80 por 100 para la comunidad; este 20 por 100 se elevó aproximadamente al 25 por 100, en lo que se incluyen las autopistas de peaje.

- a Galicia se transfirió desde un principio el 75 por 100 a la Comunidad Autónoma, quedando el resto bajo titularidad estatal, y dentro de ésta los tramos en servicio de la Autopista del Atlántico, que ahora administra la recién creada Empresa Nacional de Autopistas.

Las características que definen las carreteras que deberán proseguir a cargo del Estado, y esto ya ha sido objeto de acuerdo con las respectivas comunidades, son esencialmente las siguientes: 1) Que formen parte de itinerarios internacionales o se destinen a accesos a puertos y aeropuertos de interés general. 2) Que constituyan un entramado homogéneo sobre el territorio nacional, repartido de modo equilibrado entre las distintas comunidades y 3) Que, evitando una estructura marcadamente radial, correspondan a ejes varios Norte-Sur y Este-Oeste, pudiendo ser itinerarios alternativos de

LA EVALUACION DE LOS EFECTOS EXTERNOS CARRETERA...

carreteras existentes en los corredores de mayor densidad de tráfico (*).

3. PROGRAMAS DE INVERSION EN LA RED ESTATAL

La planificación de la Red de Carreteras se inscribe con carácter prioritario en los objetivos del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, y el departamento dispone de un Avance del Plan General de Carreteras estudiado para el Horizonte 2.000, si bien los programas concretos de actuación se establecen para un período de ocho años, dividido en dos fases cuatrienales. El precitado Plan comprende, en cuanto a su aspecto operativo:

- la definición inicial de la Red Estatal,
- la propuesta y evaluación de las futuras actuaciones en base a las características técnicas que se fijen para los distintos itinerarios y a los criterios determinados para la gestión y conservación de la Red.

La reducida rentabilidad de las autopistas de peaje, debida a una intensidad de tráfico que por obvias razones de crisis general no alcanzó las expectativas de crecimiento que sirvieron de base para decidir su concesión (**)—a lo que se suma desfavorablemente el alza de la construcción y el incremento de los tipos de interés a las sociedades concesionarias— aconsejó congelar el Plan de Autopistas y sustituir estas costosas vías —el coste de kilómetros oscila entre los 175 y los 475 millones de pesetas, según la topografía del terreno, cifras estimadas que ya han sido ampliamente superadas en algunos tramos— por autovías que por sus menores exigencias geométricas y el aprovecha-

(*) De la longitud inicial se transferirán en total a las comunidades autónomas unos 60.000 km.; los 21.000 km. restantes que seguirán perteneciendo al Estado canalizarán un 60 por 100 del tráfico total y constituyen una infraestructura fundamental para el enlace interregional y la vertebración del territorio.

(**) La media global para todos los tramos en servicio es de 8.500 vehículos/día, con tendencia a estabilizarse en los últimos años: muy insuficiente, ya que la IMD de equilibrio de la explotación se cifra hoy entre 12.000 y 18.000 vehículos.

miento de calzadas en servicio —previamente acondicionadas— en los tramos que sea posible pueden resultar a un coste inferior a la mitad.

La actuación en autovías que prevé el Plan se aplicará a itinerarios completos. Las longitudes y costes totales son los siguientes:

PROGRAMA DE AUTOVIAS

	Km.	Millones de pesetas
1.ª fase, 1984-1987	875	99.300
2.ª fase, 1988-1991	1.484	136.500
Total	2.359	235.800

Esta longitud se distribuye en diversos itinerarios preferentes: Madrid-Zaragoza, Madrid-Valencia, Madrid-Sevilla, Madrid-frontera portuguesa, Adanero-Tordesillas-Benavente y Tordesillas-Valladolid-Burgos. Asimismo, se prevé construir otros tramos en corredores de gran saturación de tráfico, en los que es insuficiente la capacidad de la vía existente, como son los de Santander-Torrelavega y Málaga-Algeciras; por último, otros tramos se construirán como prolongación de las autopistas en servicio: es el caso de los de Alicante-Murcia-Puerto Lumbreras, Murcia-Cartagena, Campomanes-Oviedo y Vigo-frontera portuguesa. En el mapa que se acompaña se definen las fases a que corresponden cada uno de los itinerarios reseñados.

Para completar la información resumimos en los cuadros de la página siguiente las restantes actuaciones del Plan.

Los cuatro programas mencionados supondrán una inversión de 736.000 millones de pesetas en un período de ocho años, justificado por la gran preponderancia del transporte por carretera en la distribución intermodal. Nuestro parque automovilístico, con 11,7 millones de vehículos (*) es el quinto de Europa, pero no es a esto a lo que se debe el gran tráfico que circula por la red, sino al desequilibrio en el reparto carretera/ferrocarril; la carretera se lleva un

(*) Datos de 31 de diciembre de 1983; en los últimos años se ha estabilizado el ritmo de crecimiento en el entorno del 4,5 por 100.

LA EVALUACION DE LOS EFECTOS EXTERNOS CARRETERA...

PROGRAMA DE ACONDICIONAMIENTO DE LA RED

	1.ª fase km.	2.ª fase km.	Totales km.	Millones de pesetas
Acondicionamientos de trazado	3.129	2.504	5.628	225.000
Acondicionamientos locales	919	381	1.300	20.000
Variantes para supresión de travesías de población (aproximadamente 200).....				56.000
Total.....				301.000

PROGRAMA DE ACTUACIONES EN MEDIO URBANO

	Millones de pesetas
Continuidad de la red.....	44.300
Accesos a ciudades	23.500
Accesos a puertos y aeropuertos	11.500
Total.....	79.300

PROGRAMA DE REPOSICION Y CONSERVACION

	Millones de pesetas
Mejora y pavimentación de 7.333 km. (5.552 en primera fase).....	60.000
Conservación ordinaria y actuaciones puntuales	40.000
Mejora en la seguridad vial.....	12.000
Señalización	8.000
Total.....	120.000

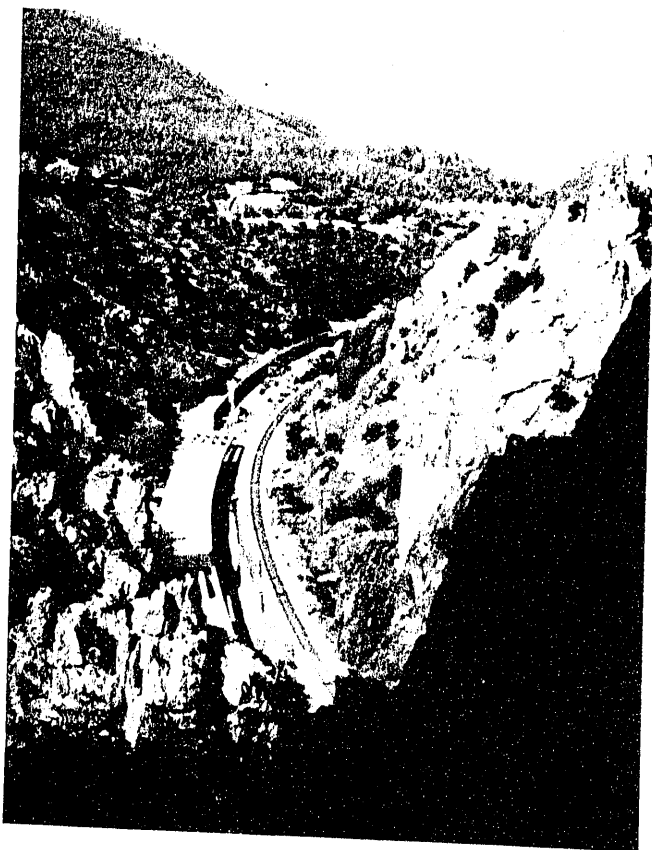
90 por 100 (en viajeros/km.) del tráfico de viajeros y un 86 por 100 (en toneladas/km.) del de mercancías, y esto crea problemas de insuficiencia de capacidad con las congestiones, de las que se derivan incrementos de costes de explotación, singularmente de consumo energético, pérdidas de tiempo, etcétera. Tal circunstancia exige grandes inversiones, que no pueden demorarse, en la red estatal, que es la que soporta las mayores intensidades de tráfico. Dentro de los 20.000 km. a que se queda reducida la longitud de ésta cuando se haya realizado todas las transferencias a las comunidades autónomas hay unos 2.000 km. de autopistas y unos 5.500 km. de carretera bidireccional en los

itinerarios REDIA con buen nivel de servicio. Pero quedan otros 13.000 km. con características geométricas y estructurales insuficientes. Estudiar las mejoras adecuadas para los tramos de estándar deficitario, así como para las autovías que van a completar el entramado de los ejes principales de tráfico de la nación requiere calificados análisis selectivos de las actuaciones, con sus prioridades y fechas óptimas de puesta en servicio, realizados de acuerdo con la nueva metodología de evaluación.

4. EL PROCESO SELECTIVO Y LAS DIMENSIONES DE LA DECISION

Como decíamos al principio, en los últimos años han progresado notablemente los métodos aplicables a la selección de inversiones en carreteras; sigue el perfeccionamiento de la operatividad en este campo, que debe ser conocido por planificadores y proyectistas para la mayor eficacia de su trabajo, dada la importancia que tiene un buen estudio en cuanto a su amplia concepción y claridad para las interpretaciones que conduzcan a la decisión final.

Una de las preocupaciones básicas debe ser la de descubrir e incorporar al estudio, con el grado de aproximación posible, los efectos indirectos de la vía que se proyecta en su zona de influencia y, asimismo, en el ámbito nacional, al que generalmente llegarán de alguna manera en esta era de grandes dependencias e intercambios. En la investigación de las consecuencias que se derivan de la puesta en servicio de una autovía o carretera bidireccional no se pueden considerar solamente las magnitudes de la economía y de la funcionalidad inmediata, sino que es preciso percibir el cambio social que con ella



La insuficiencia de capacidad de una carretera bidireccional exige, a partir de un cierto umbral de tráfico, el desdoblamiento de calzada. Este ha sido el caso de la N-IV, en el desfiladero de Despeñaperros, donde se ha alcanzado una intensidad media diaria de 8.000 vehículos, con un 34 por 100 de pesados.

vaya a producirse, del cual la nueva vía constituye un reflejo que acompaña y, en mayor o menor medida, modela este cambio. Desde luego que la construcción de la obra no suscitará un desarrollo espontáneo —nos referimos principalmente al caso de los países industrializados— en la zona de su entorno, pero sí contribuirá a acelerar el desarrollo ya en marcha, e incluso en su fase de ejecución proporcionará una serie de beneficios que pueden ser decisivos para el despegue de ciertos sectores, según ha mostrado la experiencia.

El proceso selectivo para llegar a la solución más idónea responde a la presentación dialéctica de todo ejercicio de economía aplicada con sus conceptos operativos básicos, el acopio de material estadístico, la apropiada metodología para el tratamiento e interpretación de éste y la

comparación y selección de alternativas hasta llegar a la opción política, que no debe adoptarse sin considerar en toda su importancia los estudios técnicos, económicos y funcionales en que se consideren todos los efectos significativos de los beneficios e incidencias de la construcción y explotación. Asimismo, y dentro de la creciente importancia que se concede a la participación ciudadana, deberán atenderse los argumentos calificados de entidades, empresas o personas afectadas por el trazado propuesto, cuyas sugerencias pueden ser importantes, al menos en lo referente a mejoras puntuales de la obra, a reducción de afecciones subsanables u otros aspectos.

De lo anteriormente expuesto se deduce que en los procesos de selección que nos ocupa pueden deslindarse tres campos que, no obstante, deben imbricarse para la toma de decisión sobre el proyecto más conveniente. Estos campos en los que hay que buscar las tres dimensiones de la decisión son: el tecnológico, el económico y el político.

En el primero se considera la demanda de servicio de la nueva vía y el modo de satisfacerlo. O sea, la aproximación a un trazado y, en general, a unas características geométricas idóneas. Influye en la elección del trazado el desarrollo existente o futuro de la zona, que puede imponer puntos de paso obligados en base a núcleos urbanos, yacimientos de materias primas, explotaciones agrícolas o forestales, centros de producción, etcétera, pero considerando asimismo características topográficas y geotécnicas del terreno y prognosis de tráfico generado que definan capacidades y tendencias, así como las incidencias medioambientales de las soluciones que se comparan.

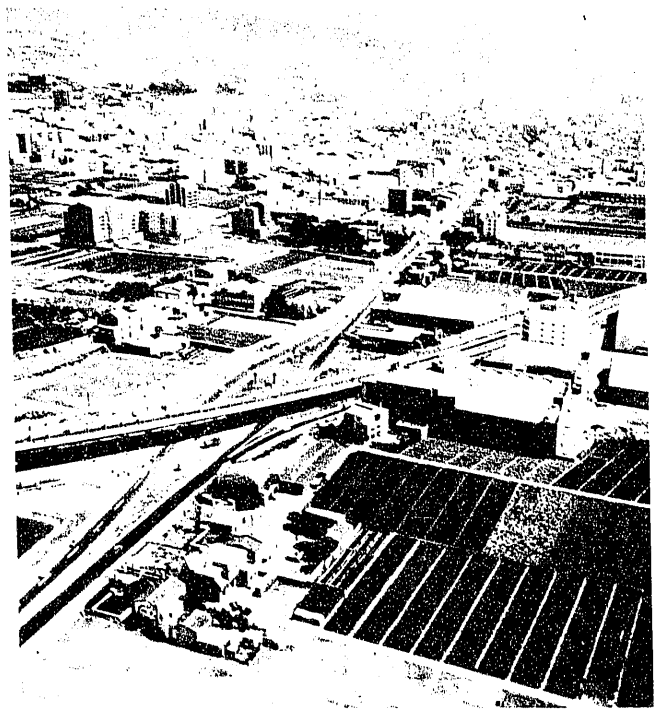
En la dimensión económica se contemplan principalmente los beneficios directos o indirectos que se van a derivar de la obra (ahorro energético por evitación de congestiones de tráfico, rapidez, capacidad, rampas de reducida inclinación, carriles adicionales, seguridad, despegue de zonas mal comunicadas, acceso al turismo, etcétera, incertidumbre u oportunidad de la inversión *versus* rentabilidad, comparándola con otras posibles alternativas en el propio sector. Se pueden poner como ejemplo de estas eva-

luaciones económicas, integradas en el proceso selectivo de inversiones, los estudios de rentabilidad y prioridad llevados a cabo por los grupos de expertos del Banco Mundial para definir la preferencia de los *proyectos* que han financiado en diversos países, naturalmente salvando las distancias, ya que generalmente se refieren a países del tercer mundo. Pero sí es válida la palabra *proyecto* en el sentido amplio que se les da en estos estudios, o sea, propuesta de inversiones de capital en obras destinadas a proporcionar bienes y servicios (*).

En el aspecto político priman unas condiciones de rentabilidad social que no pueden entrar en el marco de un análisis técnico-económico, pero también hay otros factores espaciales o coyunturales que definen exigencias y preferencias: ordenación del territorio, equilibrio regional, estrategias de defensa militar, reducción del desempleo, etcétera. La valoración política es de estimación más difícil que la técnica y la económica, pero en todo caso debe evitar cualquier visión oportunista o partidaria. Esta valoración complementaria y arbitral decidirá en última instancia sobre los resultados de los llamados genéricamente análisis costes/beneficios entre las posibles soluciones.

5. INSTRUMENTOS ESTRUCTURANTES DEL DESARROLLO

Una decisión política en cuanto a la ampliación o mejora de cualquier sistema de transporte dependerá de los objetivos de desarrollo de los diversos ámbitos espaciales y su proyección en el equilibrio regional. Estos objetivos pueden ser variables, según los casos. Por ejemplo, si lo que prima es el crecimiento de la economía nacional —expresado en su PIB— y se dispone de recursos presupuestarios limitados se debe de optar por acciones puntuales cuidadosamente seleccionadas para no dispersar en grandes áreas los créditos disponibles. Este fue el criterio que informó nuestros dos primeros Planes de Desarrollo, en los que el principal instrumento para el fomento regional fue el *Polo*, cuya misión era la de operar como núcleo impulsor en las regiones parcialmente industrializadas y con excedentes de mano de obra agrí-



La supresión de travesías de poblaciones constituye una actuación necesaria, por lo que suponen de peligro de accidentes, impacto ambiental en un medio urbano y congestiones de tráfico que reducen la fluidez de un itinerario.

cola, que eran emisoras importantes en el éxodo de ésta hacia las grandes concentraciones industriales, de rápido crecimiento en la posguerra, con los correspondientes problemas por insuficiencia de infraestructura y servicios para la población adicional.

Constituyen los polos de desarrollo focos de irradiación hacia las comarcas en que se centran, pero si con ellos se pretende una cierta dispersión o reparto de la actividad nacional no puede, por otra parte, eludirse una concentración a nivel regional en los puntos de localización elegidos. En consecuencia, siempre que sea posible esta catalización del desarrollo debe extenderse a zonas más amplias para potenciar éste, en un sentido global, a través de áreas o

(*) Se reconoce en estos proyectos la importancia de un buen trabajo de ingeniería, tanto en la concepción de soluciones como en su definición en planos detallados, anejos de justificación, memorias explicativas y programación de las anualidades de inversión.

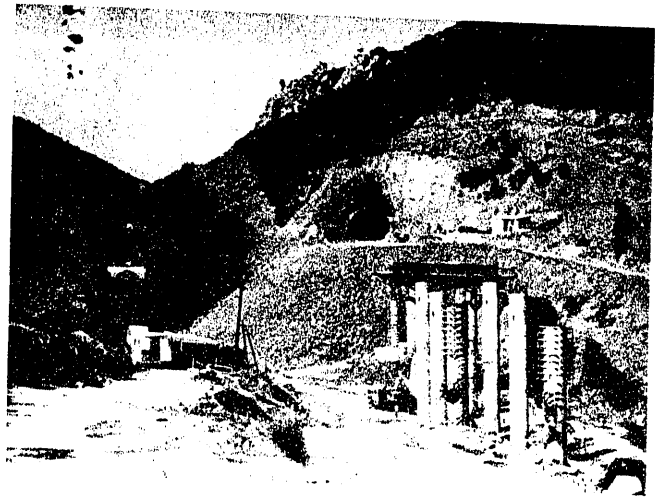
ejes en las que la nueva industria, debidamente incentivada, complemente o impulse la expansión de amplias zonas del territorio nacional.

Esta fue la teoría que se adoptó en España cuando, al final de la década de los 60, aumentó la disponibilidad de recursos; nos referimos a la sustitución de los Polos de Desarrollo por las Areas de Expansión Industrial, concepto introducido en el Tercer Plan, con un objetivo de integración del desarrollo regional dentro de un propósito de ordenación del territorio a más largo plazo, potenciando el fomento global y equilibrado de grandes zonas o ejes de desarrollo. Ponía énfasis el precitado Plan en los grandes gastos en materia de infraestructura que requería la puesta en marcha de estas zonas de expansión, por lo que su éxito no debía verse comprometido por la consideración, con un peso excesivo, de factores extraeconómicos a la hora de la selección del emplazamiento, aunque de algún modo habían de tenerse en cuenta dichos factores, dado el desequilibrio regional que se pretendía paliar.

La promoción industrial en cuanto a efectos de localización requiere unos estímulos que a nivel de gobierno pueden concretarse en acciones de dos grandes grupos: 1) Incentivos fiscales, financieros o de cualquier otro tipo que pueden favorecer determinadas localizaciones, y 2) Dotación de infraestructuras viarias, sanitarias, de hábitat, etcétera, que mejoren la accesibilidad, transporte y calidad de vida en la zona, brindando facilidades de todo orden para la nueva industria que venga a instalarse y singularmente para los obreros y empleados que a ella van a afectarse.

Las acciones del primer grupo son básicas y absolutamente imprescindibles, son las llamadas *acciones de impulsión*; las segundas son *acciones de soporte*, que permitan el desarrollo de las nuevas actividades al ritmo previsto en la planificación. A los conceptos o propósitos que representan estas acciones debe añadirse el de *propagación*, que representa la permanencia, la extensión y la orientación de las incidencias de la impulsión en el desarrollo del contexto económico global (*).

El área de expansión ampliando el concepto de polo de desarrollo permite aplicar en toda su



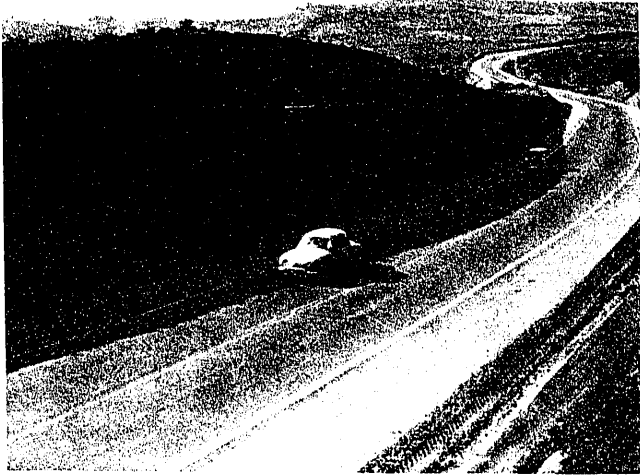
Las variantes de trazado en zonas montañosas exigirán en algunos casos importantes viaductos y túneles; un análisis selectivo de las soluciones posibles será decisivo en cuanto a la minimización de gastos de construcción y explotación.

dimensión el fenómeno de propagación dentro de la teoría citada, surgiendo el elemento *eje de comunicación* como elemento decisivo de la propagación, si bien condicionado por el entorno físico que determina el trazado óptimo —o al menos una aproximación razonable a este— frente a otras alternativas con más dificultades de realización, mayor coste o incluso inviables desde el punto de vista técnico-económico. El eje es, por tanto, más una realidad geopolítica preexistente determinada por una sucesión de localizaciones: asentamientos humanos, centros de producción, etcétera, instalados en lugares favorables y jalonados por la red viaria que afluirá a la arteria principal que va a desempeñar una función transmisora y activante.

6. LOS EFECTOS EXTERNOS

El análisis coste/beneficio se ha ampliado considerablemente en las últimas metodolo-

(*) La relación entre ejes de comunicación y desarrollo económico como generalización del concepto de los polos de desarrollo se basa en la teoría de Wicksell, citada en el excelente trabajo: *La Autopista del Atlántico y sus efectos en el desarrollo de Galicia*, realizado por IDASA, Ingeniería del Atlántico, S. A., 1976, que es una de las raras aportaciones españolas sobre la incidencia de las carreteras en el desarrollo.



En la Red de Carreteras de Interés General del Estado, entramado básico de nuestra infraestructura viaria, quedan aún 13.000 kilómetros de carreteras de capacidad insuficiente, en los que será preciso ensanchar la plataforma a secciones-tipo como la del tramo que muestra la fotografía.

gías, que tratan de cuantificar la amplia gama de costes y beneficios indirectos que la vía que se proyecta va a originar a la colectividad; juntamente con los beneficios directos figurarán los indirectos de identificación general, aplicables a todos los casos, si bien de difícil evaluación. En primer lugar nos encontramos con la definición del área geográfica a la que se prevé pueden afectar, cuya elección debe ser un compromiso entre el cuidado de no elegir una zona demasiado pequeña en la que ciertos efectos negativos son muy visibles (ocupación de terrenos, afección de instalaciones, corte o segregación del medio atravesado) y en la que no se apreciarán claramente más que alguno de los efectos externos y la necesidad de limitar el área de observación, a fin de no diluir los efectos en un conjunto demasiado amplio en el cual la introducción de una nueva vía no sería más que una circunstancia menor entre otras muchas.

Los efectos indirectos o efectos externos son cada vez de mayor complejidad, e incluyen a los que se ha llamado *efectos estructurantes*, por lo que pueden suponer en la ordenación del territorio y en el sistema socioeconómico de la región a que va a servir la carretera o autovía que se proyecta; esto lleva a la observación por los pla-

nificadores del mayor número posible de fenómenos derivados de la puesta en servicio de la vía y a identificar las incidencias más significativas a que dé lugar en el área de influencia (*).

Debido a la importancia de estos efectos, por razones obvias de evolución y desarrollo de nuestra sociedad, se ha superado ampliamente el objetivo intrínseco de la carretera: adaptación al tráfico que debe servir y logro de los menores costes en el binomio vía-transporte. Frente al clásico enfoque sectorial se tiende al enfoque integral, en el que se incluye el potencial efecto estructurante, la afección ecológica y el consumo energético. La planificación tecnocrática se va sustituyendo por una planificación participativa que incorpore al proceso planificador la opinión pública y frente a la metodología clásica, esencialmente económica de costes/beneficios, se desarrollan técnicas de análisis *multicriteria*, con los que se intente apoyar la decisión en la elección de alternativas en base al logro de distintos objetivos simultáneos, a los que pueden asignarse índices de prioridad para maximizar los efectos externos positivos. No obstante, el análisis coste/beneficio sigue constituyendo un instrumento importante en la toma de decisión, no sólo por su sencillez, que hace fácil el empleo de programas de ordenador, como, por ejemplo, los FAST y CBPACK que utiliza el Banco Mundial (**). La incertidumbre que afecta a las previsiones de un estudio no son una excusa para rechazar la planificación estratégica y la evaluación costes/beneficios con la introducción del máximo número de éstos, pese a su dificultad en cualquier proyecto de carreteras que afecta a un gran número de individuos, comarcas y sectores y deben, además, referirse a un futuro que exige previsiones a largo plazo.

(*) Señalamos el interés en este aspecto de la publicación: *L'impact des reseaux routiers sur la vie économique et social. Conference-Debat*. XVII Congreso Mundial de la AIPCR. Sidney (Australia). Octubre, 1983.

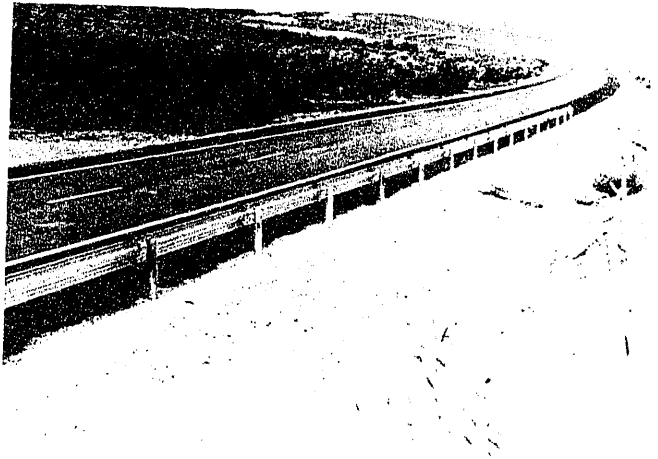
(**) Sobre la metodología de evaluación de proyectos y su evolución remitimos al lector a la ponencia presentada en el curso «Criterios de selección de inversiones en transportes: Izquierdo, R.: *La selección de inversiones en el proceso de planificación*. Instituto Agustín de Bethencourt. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid, 1983.

7. INCERTIDUMBRE Y TOMAS DE DECISION EN LOS PROYECTOS DE CARRETERAS

Los resultados de cualquier actividad están sometidos a un cierto grado de incertidumbre, y a ello no escapa la infraestructura de carreteras, que presenta aspectos específicos en su construcción y explotación, ligados principalmente a la calidad y duración de las obras con buen nivel de servicio y a las ramificaciones de su influencia en el área por la que se desarrolla su trazado.

Las carreteras constituyen rasgos permanentes del paisaje y, por ejemplo, muchos de los itinerarios básicos de la Europa de hoy siguen el trazado de las calzadas romanas. De la decisión de construir una carretera o autovía se derivan efectos prácticamente irreversibles, que tienen un carácter a la vez profundo y amplio. La amplitud se debe a que el transporte por carretera es una actividad ligada a muchas otras actividades, ya que los viajes no se realizan generalmente por un simple afán de movimiento. Además, este modo de transporte es el de mayor ramificación, por su obvia flexibilidad que permite llegar —con vías y vehículos de poco coste frente a los de otra opción modal— a los más apartados rincones del territorio, y a ello se suma la comodidad y rapidez, por todo lo cual se ha llegado a una gran preponderancia del automóvil.

En el transporte por carretera se da una combinación poco común de los sectores privado y público, en la que a éste corresponde menos del 10 por 100 del coste global de la actividad —construcción y conservación de la vía—, soportando el 90 por 100 restante el sector privado: vehículos y empresas de transporte. Los propietarios de los predios colindantes con la vía, así como las entidades públicas o privadas, explotaciones industriales, mineras, forestales, etcétera, radicadas en la zona de influencia de la vía son también afectadas por ocupaciones del suelo y otras incidencias, entre las que las medioambientales tienen cada vez mayor importancia, debido al gran desarrollo de la sociedad urbano-industrial. Hay un encadenamiento de efecto, muy amplio y sutil, tanto en el espacio como en el tiempo, y se puede formar una



El refuerzo de firmes y los elementos complementarios de protección y señalización constituyen una partida importante que, juntamente con la conservación de la Red, representa un 17 por 100 del presupuesto del Plan.

pirámide de incertidumbres crecientes a partir de intenciones actuales en el sector público, que proyecta y construye las obras y de las repercusiones futuras en los usuarios de las vías en cuestión. No obstante, es preciso reconocer que estos aspectos no son privativos de la carretera y que la manera de abordar los problemas de la incertidumbre son los mismos que en otros sectores, como, por ejemplo, el de la energía.

En el análisis económico, cuyo propósito esencial es llegar a una relación de costes/beneficios, debe pasarse por una serie de fases sujetas a incertidumbres en múltiples aspectos: errores de medida, errores de previsiones y modelos, empleando el concepto *error* en su acepción estadística más bien que en el sentido de equivocación o *error de bulto*.

En los países industrializados el análisis económico de un proyecto de carretera se inicia generalmente por la identificación de los problemas actuales, o a medio plazo, de accesibilidad (nuevas vías de penetración) o congestiones de tráfico en corredores en los que se precisa el ensanche de plataforma y firme, desdoblamiento de calzada de la carretera existente o, en el caso límite, estableciendo un itinerario alternativo. La fase siguiente corresponde a estudios de prognosis de tráfico que cuantifiquen el cre-

cimiento de la demanda (*) sobre la parte de la red que esté afectada por la insuficiencia de capacidad de tráfico, así como las soluciones posibles para eliminar este problema. Se llega así, después de una primera selección, a definir ciertas alternativas que presenten un razonable grado de viabilidad. El análisis económico exige que cada una de estas alternativas se valore en el doble aspecto cuantitativo y cualitativo. En el proceso comparativo intervienen diversas *cuestiones de principio* que no pueden soslayarse en la evaluación de inversiones y rentabilidades *lato sensu* y en las que las de mayor imprecisión son las relativa a los no usuarios y, en suma, a la colectividad.

El afinamiento en la identificación y tratamiento de la incertidumbre ha sido objeto de grandes progresos en los últimos veinte años, principalmente por el gran desarrollo de las redes de autopistas en el mundo occidental, cuyos estudios se han hecho cada vez con mayor rigor en cuanto a previsiones e incidencias; si bien apenas puede reducirse la incertidumbre, no puede negarse que se han brindado a ingenieros, economistas y políticos instrumentos válidos para afrontar la comparación de soluciones viables con una mayor confianza respecto a la elección de la solución óptima, al menos teóricamente, ya que en la realidad esta solución es una utopía y sólo cabe intentar una aproximación a través de suficiencia de datos y rigor de criterios.

Es preciso reconocer que en los análisis económicos en materia de carreteras se siguen esquivando muchos factores de incertidumbre, y por ello es difícil salir de los esquemas convencionales. Se señalan al efecto tres motivos de incertidumbre:

- el conocimiento imperfecto del presente, traducido en errores de los datos de base,
- la imprevisión del comportamiento de las personas, usuarios o no usuarios, en que vaya a incidir la vía en cuestión, que no

permite llegar a modelos de suficiente precisión,

- la incógnita del futuro con sus diversos imponderables.

Si se puede argumentar que cabe la reducción de los errores en los datos de base por un trabajo de investigación más profundo y un correcto tratamiento estadístico no se podrán evitar los relativos a una *modelización* del comportamiento humano, ya que es imposible representar el mundo real con perfección por un modelo matemático; por ejemplo, las preferencias del usuario no pueden preverse en términos de una racionalidad única.

Las circunstancias actuales exigen tener en cuenta también la amenaza de inflación con unos índices que no cesan de crecer, lo que introduce nuevas incertidumbres en cuanto al incremento de los costes de construcción y otros aspectos; esto puede dar lugar a grandes diferencias entre las estimaciones preliminares de los análisis y el coste de la obra ejecutada. Tal circunstancia obliga a considerar los siguientes puntos:

- precisar la influencia de la inflación en los estudios económicos,
- comparar las tasas de inflación general y las tasas de inflación específica en las obras de carreteras,
- introducir las posibles variaciones en el coste de las obras antes de la convocatoria de la licitación y antes, asimismo, de la contracción de créditos,
- precisar el papel dominante del criterio de ponderación basado en las probabilidades asignadas a los diversos *escenarios* (*) considerados, respecto a otros criterios que se aporten para la toma de decisión,
- precisar cómo se descompone la toma de decisión respecto a inversiones y situar en su justo valor el peso que hay que dar a las nuevas incertidumbres que pue-

(*) Las fluctuaciones de la economía actual y la incógnita sobre el precio de los productos derivados del petróleo hacen aún más difícil que en un pasado próximo las prognosis de tráfico generado o inducido.

(*) Los *escenarios* son supuestos descriptivos a partir de hipótesis explícitas sobre un cierto número de evoluciones mayores, marcos macroeconómicos que permitan evaluar las incidencias de la obra en estudio.

den presentarse en cada una de las fases de decisión.

El número de factores, de mayor o menor peso, y su incidencia a medio o largo plazo hace difícil definir una norma general de estudio que se apoye en reglas rígidas y precisas. Es posible hacer frente a la incertidumbre, pero sólo hasta un determinado nivel, si bien no limitándose a criterios únicos, como, por ejemplo, el análisis económico, sino que debe propiciarse un juicio amplio para la elección, con todas las dificultades derivadas de la imposibilidad de una aproximación puramente numérica, esto es, de llegar a términos monetarios, como pasa, por ejemplo, con los efectos medioambientales.

Otra circunstancia que impone la limitación en el proceso evaluador de soluciones es la imposibilidad de profundizar en el estudio de muchas soluciones, y por ello se recomienda que el análisis detallado se realice sólo para tres o cuatro alternativas, cuya solución debe ser coherente con el criterio que va a aplicar el ministro del Departamento u otro político al que compete la decisión final. Por ejemplo, si esta decisión va a tomarse en base a la maximización del valor actualizado, la lista corta de opciones que presente el equipo proyectista deberá incluir las que tengan mayor probabilidad de ser las más idóneas en este aspecto. No se oculta que, según la experiencia, es poco verosímil que esto pueda aplicarse, ya que, en general, no se conocerán *a priori* las reglas exactas que se vayan a aplicar finalmente para la decisión.

Vemos, pues, que la información global y esclarecedora —un buen proyecto de la obra, con todos sus estudios complementarios— que sirva de base a la elección de soluciones no podrá ser lo suficientemente amplia y concreta por grande que sea la capacidad de analistas y asesores de los equipos. Hay cambios inevitables que modifican las previsiones de partida, y de ello constituye un buen ejemplo la amplia y diversificada repercusión de las crisis del petróleo. Por otra parte, aunque la autoridad política desee evitar cualquier desvío involuntario, las limitaciones que se imponen a esto y los matices en la propia objetividad variarán con el transcurso del tiempo y con el criterio de las decisiones, que pueden ir cambiando por posturas per-

sonales o de partido, en la renovación de cargos que se deriva del alternativo juego político.

Trabajar para el interés público presenta enormes dificultades de percepción, definición y explicación y, en consecuencia, no puede supervalorarse —por una ineludible subordinación al dinamismo real— la importancia de los estudios que se lleven a cabo para ofrecer una ayuda positiva en el tratamiento de la incertidumbre, relacionada con toda decisión importante. Pero en todo caso las nuevas técnicas empleadas por los analistas conducirán a mejores decisiones, o al menos a decisiones mejor informadas, y no cabe duda que proporcionan un marco de trabajo que permitirá mejorar progresivamente las tomas de decisión en la incertidumbre. Si bien distan mucho de eliminarla y no pueden sustituir a un juicio global integrador de criterios y valores.

8. CONSIDERACION FINAL

La evaluación de proyectos de carreteras necesaria para el análisis comparativo de soluciones y selección entre ellas se realiza a través de procesos cada vez más completos. Los equipos que planifican y proyectan disponen hoy de teorías, modelos e instrumentos para llevar a cabo los estudios de nuevas vías con la complejidad que exige la consideración macroespacial, obligada por la coordinación de infraestructuras y dependencia de regiones, pero sin olvidar el aspecto microespacial que ayude al ajuste de las soluciones propuestas.

Cada vez se concede mayor importancia a las fases de planificación y de explotación —las de proyecto y obras fueron tradicionalmente dominantes y casi exclusivas— buscando en las primeras los efectos estructurantes de la vía, que se reflejan en la ordenación territorial e impulsión del desarrollo y en la explotación un ahorro sustancial de los gastos de funcionamiento de los vehículos durante un largo período de servicio del tramo proyectado. Representa este ahorro un beneficio directo a los usuarios de no difícil determinación en términos monetarios, función de las características geométricas del trazado y de la suficiente capacidad de la vía que permita el libre flujo del tráfico.

Pero también debe intentarse en el estudio la identificación del mayor número de efectos externos y su posible estimación —siquiera sea con índices comparativos o juicios de valor— para brindar bases a la toma de decisión que en última instancia corresponde a las autoridades políticas, que deben aportar una matización de estrategias y objetivos nacionales, tratando de que la solución elegida sea un compromiso entre la maximización de los beneficios, directos o indirectos, de la vía y la minimización de los costes sociales que con ella se van a producir.

Estamos en un momento de evolución y perfeccionamiento de las metodologías de evaluación de proyectos de carreteras —muy avanzadas ya, sobre todo en los países anglosajones— que en la parte que compete a los equipos planificadores exigen tanto el conocimiento de las disciplinas esenciales: Ingeniería de Carreteras, Ingeniería de Tráfico y Economía de Transporte como de los aspectos metodológicos del proceso selectivo. Nuestro artículo pretende ser una llamada sobre el interés de unos temas en los que los profesionales responsables de los planes y proyectos de la infraestructura viaria deben estar al día a través de la lectura de libros y revistas especializadas, así como con la asistencia a simposios y cursos de reciclado para que puedan ejercer su función preparatoria pero obviamente fundamental, en la toma de decisión de inversiones. Y es interesante señalar que cualquier aproximación en los estudios evaluatorios *lato sensu*, aunque pueda tacharse de teórica, tendrá un determinado valor para la decisión correcta.

Las actuaciones previstas en el Avance del Plan General de Carreteras, cuyos programas se

han reseñado para conocimiento del lector, suponen cuantiosas inversiones destinadas a obras que en gran parte requieren estudios de rentabilidad y evaluación de los efectos externos. Estos estudios deberán ajustarse a la nueva metodología de análisis previos a la toma de decisión, con lo que ésta podrá apoyarse en una amplia información que permita optimizar en lo posible las soluciones que se adopten para el mejor aprovechamiento de las consignaciones presupuestarias, maximizando a su vez la oferta potencial de las vías que integran la Red de Carreteras de Interés General del Estado.

Olegario Llamazares Gómez



Doctor Ingeniero de Caminos de la promoción de 1946, con treinta y siete años de servicio en el Estado de ellos los treinta y uno últimos en Carreteras. Ha llevado a cabo multitud de proyectos y dirección de obras. Ha actuado como ponente en la redacción de Planes, Pliegos y Normas y como Director de Programas de ensayos relativos a la nueva tecnología de carreteras a cuya introduc-

ción en España ha contribuido integrado en el equipo de la Dirección General del ramo, en un período en que se ha pasado de las carreteras ordinarias a las grandes autopistas. Es Diplomado en Urbanismo de la promoción de 1961 y en «Highway Practices». (EE.UU. 1957). Conferenciante y publicista sobre temas monográficos de Carreteras y Urbanismo ha representado a España en diversos Comités, Simposios y Conferencias internacionales y es Secretario del Grupo de Trabajo del Programa de Investigación de Carreteras de la OCDE.
