

Metodología de evaluación y decisión de inversiones en obras de carreteras^(*)

Por OLEGARIO LLAMAZARÉS GOMEZ

Doctor Ingeniero de Caminos.

La limitación de créditos y la necesidad de una correcta aplicación de éstos en obras de interés prioritario, que respondan a proyectos aproximados en lo posible a soluciones óptimas, ha exigido la ampliación y perfeccionamiento de los métodos de evaluación que definen la base técnico-económica de los procesos de decisión. El autor expone las características esenciales de los nuevos criterios y métodos de aplicación en los proyectos de carreteras, refiriéndose al Manual de Evaluación Económica recientemente redactado por la Dirección General del ramo con la colaboración del Instituto Agustín de Bethencourt y la Asociación Española Permanente de los Congresos de Carreteras.

1. INTRODUCCION

La preponderancia del transporte automóvil en nuestra Sociedad motorizada potenció, en muy gran medida, la función de la red de carreteras y obligó a grandes inversiones en autopistas, autovías de acceso o enlaces y otras obras importantes como las variantes para supresión de travesías congestionadas por el tráfico con los consiguientes perjuicios y costes, tanto para el usuario de la vía como para el habitante del núcleo urbano.

La transformación cuantitativa y cualitativa de nuestro sistema de transporte terrestre es un reflejo del crecimiento del parque nacional de vehículos como consecuencia del gran desarrollo de la nación y del progresivo acceso al vehículo privado de personas de niveles de renta medio y medio-bajo. Superando todas las previsiones, se ha pasado de un millón de unidades en 1960 a 11,5 millones en 1985. Recordaremos que en el Plan de Carreteras de 1961, para el período 1962-1977, el parque estimado para el año final (3,3 millones de vehículos) se alcanzó en 1968. En 1977 pasaba de los ocho millones.

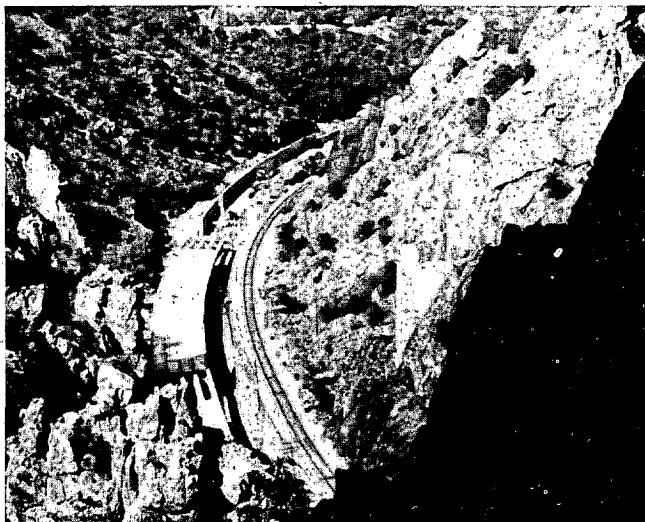
Las intensidades de tráfico, magnitud de las cargas y velocidades para que debe proyectarse una autopista o cualquier otra vía de gran circulación exigen, por trazado y sección, grandes

movimientos de tierra, estructuras importantes, pavimentos de alta calidad y diversos elementos complementarios (señalización, balizamiento, plantaciones, alumbrado, etc.). Se traduce esto es un gran coste de primer establecimiento que precisa una justificación basada en pronosis de tráfico y análisis comparativos de soluciones que tengan en cuenta los múltiples efectos derivados de la puesta en servicio de la vía.

El coste de construcción de las obras y el coste de *operación* o funcionamiento de los vehículos que circulen por el tramo correspondiente dependen de la solución que se adopte en el proyecto que sirva de base al contrato de ejecución. La solución óptima, dentro de una concepción teórica y una visión parcial limitada al binomio carretera-vehículo, sería aquella para la que la suma de ambos costes sea un mínimo.

Pero los efectos económicos de las vías de comunicación son muy amplios y diversos y en ellas como en cualquier obra pública hay que considerar un aspecto microeconómico y un aspecto macroeconómico. Uno de los principios de la economía de la obra pública es el de tender a la consideración de todos y cada uno de los resultados que de ella puedan derivarse. Cuando esta consideración se hace con un criterio maximalista, entendido en la amplitud de los supuestos contemplados — y esencialmente desde el punto de vista de interés comunitario — no es probable que siguiendo las

(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que podrán remitirse a la Redacción de esta Revista hasta el 31 de octubre de 1986.



leyes de la Economía se llegue a una aplicación errónea de los créditos de inversión.

2. LA CARRETERA COMO ELEMENTO MACROECONOMICO

Respecto al doble sentido— microeconómico y macroeconómico— que antes se apuntó, será preciso contemplar dos planteamientos diferentes. A una carretera o autopista, en un enfoque microeconómico se le podrían aplicar los principios de la economía matemática reduciendo el problema a una cuestión de oferta y demanda. Mediante unas curvas de demanda de tráfico para unos años de horizontes determinados, definidos por los correspondientes estudios de prognosis y unas curvas de la oferta de la vía, función de sus características geométricas y estructurales, se llega a unos costes del servicio que se va a prestar al usuario. Pero hay que tener en cuenta que la vía como pieza integrante de la infraestructura del país es también un elemento macroeconómico muy importante por su influencia en la formación del producto interior bruto a través de la potenciación de la economía regional dentro del marco general del aprovechamiento de recursos, localización urbana e industrial y enlace de los centros de producción y consumo.

Nuestra red de autopistas, complementada por la de autovías en ejecución, tiene un valor innegable como factor de despegue en economías regionales así como de soporte para una

política de ordenación del territorio. No se discute que una vía principal tiene un efecto estructurante —mucho más amplio que los llamados tradicionalmente efectos indirectos— a cuyo conocimiento hay que tratar de aproximarse en los estudios que sirvan de base a la decisión en cuanto a elección del proyecto más conveniente. Y al estudiar las consecuencias del establecimiento de la vía no se pueden considerar solo las magnitudes estrictamente económicas y las incidencias de la funcionalidad inmediata sino que es preciso percibir los cambios socioeconómicos a que ésta puede dar lugar.

3. LA NECESIDAD DE NUEVOS METODOS DE EVALUACION

En los últimos años hemos sido testigos de un gran perfeccionamiento en la metodología de evaluación económica de proyectos de carreteras orientada a ayudar en la decisión de inversiones, por la aportación del mayor número de datos y criterios sobre la influencia de la solución que se adopta y su comparación con otras alternativas —incluso externas al sector— que pudieran merecer cuantías análogas de los créditos presupuestarios.

Tal perfeccionamiento en la aproximación a las opciones óptimas era, por otra parte, un imperativo por obvias circunstancias de limitaciones crediticias que exigen la correcta aplicación de los recursos disponibles.

Las circunstancias han cambiado. En el período 1960-1980 dado el gran desarrollo del automóvil, al que al principio nos referimos, todas las inversiones en la red viaria eran rentables y en general puede decirse que el decisor no podía cometer errores importantes en la aplicación de los créditos. Toda mejora era necesaria en una infraestructura tan insuficiente. Los estudios de rentabilidad —cuando se hacían— servían más para sancionar las decisiones políticas que para orientarlas *a priori*. La teoría de Keynes era claramente favorable a la política de las grandes obras y singularmente de las de carreteras a las que correspondía un gran índice de generación de empleo, cuando el grado de mecanización era muy inferior al actual.

Pero en las crisis del petróleo cuyo impacto empezó a sentirse a mediados de la década de los 70 tuvo lugar la evolución del contexto económico y social. En los países industrializados la crisis a través del déficit presupuestario a que inevitablemente dió lugar, tuvo un efecto deflacionario sobre las inversiones públicas. Y por consideraciones políticas los gobiernos prefirieron centrar sus ahorros más sobre las inversiones que sobre los gastos de personal. La crisis redujo el ritmo de crecimiento de los parques de vehículos (*) y asimismo se notó una reducción en los recorridos medios anuales de estos.

Por las circunstancias apuntadas la situación ha cambiado mucho y se hace necesaria una racionalización de los métodos de evaluación de los efectos económicos de las inversiones en carreteras que constituyan instrumentos válidos de ayuda a la decisión a través de la consideración de diversas concausas y múltiples preocupaciones.

El proceso que conduzca a la elección de la solución propuesta no debe apoyarse solamente en una aproximación microeconómica que introduzca la variación de los posibles beneficios para el usuario, el Estado y las actividades afectadas por la vía en cuestión, sino que al mismo tiempo tiene que considerar la circunstancia macroeconómica y sus posibilidades en cuanto a la integración de los objetivos de la política económica nacional en materia de empleo y de ordenación del territorio. Una vez evaluados los criterios, se lleva a cabo la elección entre alternativas de un mismo proyecto —o en su caso entre operaciones independientes, de necesidad y prioridad comparables— sobre la base de un análisis comparativo amplio y racionalizador.

4. SISTEMA DE ANALISIS PARA AYUDAR A LA DECISION

El análisis selectivo de inversiones, singularmente a nivel de empresa privada, ha sido ob-

(*) En España el incremento anual del parque bajó progresivamente del 9,2 por 100 en 1976 al 3,5 por 100 en 1984. Si se consideran los recorridos por año o sea el total de vehículos —km, estos incrementos de ritmo bajaron del 6,7 por 100 al 3,4 por 100 en los años precitados. Bien es verdad que la distribución del tráfico no es uniforme y se sigue acumulando en los ejes principales de la red.

jeto de antigua preocupación entre los economistas más calificados y existe una profusa metodología sobre este tema; pero el problema se complica cuando el proceso de selección debe aplicarse a inversiones del Estado en cuyo caso las evaluaciones monetarias y financieras son a todas luces insuficientes para justificar la decisión. Seguidamente reseñamos algunos métodos de evaluación:

- Rentabilidad financiera (para el Tesoro Público).
- Rentabilidad socioeconómica (para la colectividad).
- Análisis coste-beneficio: efectos que pueden valorarse directamente en términos monetarios.
- Análisis coste-eficacia: se añaden efectos no valorables directamente en términos monetarios que se transforman en términos monetarios a través de indicadores de eficacia.
- Análisis multicriterio: se hacen intervenir todos los efectos del proyecto asignándoles índices de clasificación adimensionales.

Desde luego cabe un sin número de interrogantes sobre los campos de aplicación de los diversos métodos en cuanto a los niveles y tipo de decisión a tomar en un proceso selectivo de proyectos de carreteras, así como la posible complementariedad de estos métodos.

Nos referiremos muy brevemente en lo que siguen a los sistemas clásicos de análisis que son expuestos en el *manual de evaluación económica de proyectos de carreteras* redactado recientemente por encargo de la Dirección General de Carreteras. Señalemos la importancia de este manual cuya necesidad era sentida por planificadores y proyectistas por lo que tiene de instrumento de gestión, en cuanto a armonización de criterios y adaptación a las peculiares condiciones de nuestros estudios.

5. EL ANALISIS COSTES-BENEFICIOS

El análisis costes-beneficios se basa en una aproximación microeconómica y es en esencia numeral y matemático. Su objetivo es conducir al decisor a la asignación óptima de los recursos disponibles a los efectos de que se consiga de éstos la mayor utilidad colectiva. Todos

los elementos y bienes significativos considerados deben ser traducibles a un signo de valor (monetario) y susceptibles de ser comparados mediante técnicas matemáticas.

Es este el sistema de análisis más antiguo que empezó a utilizarse a principios de siglo y tuvo su mayor desarrollo con los programas del *New Deal*, política de recuperación nacional del Presidente Roosevelt frente a la gran depresión que produjo el *crak* de 1929. La idoneidad de cada proyecto se deduce de la comparación de los flujos esperados de beneficios y costes. Mientras los costes podrán ser de primer establecimiento o periódicos — como son los costes de conservación y explotación — los beneficios tendrán casi siempre un carácter periódico; corresponderán a los beneficios directos de usuarios y administración (economías de consumo y tiempo, reducción de accidentes) y los beneficios indirectos de la comunidad o *economías externas*.

Respecto a la preparación de los elementos para este análisis: 1) expresión de criterios, 2) ponderación de criterios, 3) agregación de criterios y 4) tratamiento de datos para la elección, resumiremos los rasgos característicos como después haremos para los análisis coste-eficacia y multicriterio:

- 1) Los criterios objetivos y subjetivos deben ser expresados en términos monodimensionales y concretamente monetarios.
- 2) El peso atribuido a todos los criterios resultantes corresponde a 1.
- 3) Los valores adoptados para todo los criterios se suman algebraicamente para obtener las evaluaciones globales de las distintas alternativas expresadas en términos monetarios.
- 4) Comparación simple (algebraica) entre las distintas alternativas para orientar la elección del decisor en función de situaciones posibles o eventuales (evoluciones de la demanda, disponibilidad de créditos, apetenencias sociales, balance ecológico).

El método coste-beneficio es un instrumento utilísimo — casi imprescindible — de evaluación o análisis, pero solo en circunstancias muy especiales podrán basarse exclusivamente en él la elección de un proyecto.



6. EL ANALISIS COSTE-EFICACIA

Este tipo de análisis se limita a la consideración de un objetivo único; suele aplicarse a la evaluación de programas muy concretos, en que si bien el coste de los recursos es conocido, la valoración económica de los objetivos es difícil. Es el caso por ejemplo de los planes de actuación en mejoras de la seguridad vial para reducir la producción de accidentes de tráfico. Reconocida la limitación del método debe señalarse no obstante su utilidad como aportación a un análisis multicriterio si se considera que el objetivo que analiza constituye un criterio de selección válido y el índice obtenido expresa el cumplimiento de ese objetivo.

Las dificultades de este tipo de análisis residen en la forma de medir la eficacia por lo que no habrá grandes problemas cuando ésta venga expresada por un indicador único, surgiendo por el contrario dificultades cuando la eficacia deba ser definida en función de varios indicadores. En este último caso la primera aproximación al método coste-eficacia adquiere bastante complejidad y es preciso un juicio de valor de la persona que ha de tomar la decisión para poder estimar, de alguna manera la importancia relativa de los distintos indicadores. Res-

pecto a los datos y criterios las características de este análisis son:

- 1) Los criterios de orden subjetivo se expresan en términos no monetarios y los criterios objetivos se expresan en términos monetarios.
- 2) Se atribuyen a los criterios asociados a la eficacia pesos que se deducen de un diálogo con los decisores mientras que a los costes objetivos de intervención se les atribuye un peso unitario.
- 3) Sumando los productos de valores físicos adoptados según los criterios para cada peso se obtiene un indicador de eficacia global: este indicador se relaciona con el coste total del proyecto.
- 4) Comparación incompleta sobre el binomio *eficacia-coste* o comparación completa empleando las relaciones entre *eficacia* y *costes*. La elección se deriva naturalmente de estas comparaciones sobre las que han influido el decisor a través de los pesos otorgados en cuyo acuerdo de fijación ha participado.

7. EL ANALISIS MULTICRITERIO

En este tipo de análisis se integran una serie de técnicas que conducen a la definición de un orden de prioridades referido al conjunto de alternativas contempladas. Con ello se pretende superar las limitaciones del sistema coste-beneficio. Las alternativas se valoran simultáneamente, según diferentes criterios, llegando a varias evaluaciones parciales, que pueden ser



contradictorias, y se trata de agregar estas evaluaciones parciales en una evaluación global. Pueden establecerse criterios económicos y financieros juntamente con criterios extraeconómicos. El decisor participa en la fijación de los objetivos, así como en la determinación de sus respectivos órdenes de prioridad y asignación de índices de ponderación. Respecto a los puntos que se citaron en los dos análisis anteriores tenemos:

- 1) como en el análisis coste-eficacia cada criterio se expresa por su propia unidad dimensional que se relaciona con un valor de utilidad a los efectos de hacer las magnitudes homogéneas.
- 2) Se atribuye a todos los criterios un determinado peso que se fija después de un diálogo con el decisor.
- 3) Hay diferentes técnicas de agregación, desarrolladas para comprobar la fiabilidad de los resultados implicando directamente al decisor en todo el proceso iterativo de elaboración.
- 4) En un primer nivel se emplean métodos de comparación simple (algebraica) entre las diferentes alternativas; a un nivel superior técnicas fundadas sobre el método *concordancia-discordancia* que implican directamente al decisor.

En el análisis multicriterio el proceso de decisión presenta múltiples dimensiones entre las que el decisor debe estimar cuales son las que merecen mayor interés en el aspecto económico-funcional, considerando las apatencias sociológicas, las transformaciones externas planeadas y otros factores a los que haya que dar un determinado peso por su incidencia a medio o largo plazo en la vía de comunicación que se proyecta.

Desde luego el acto de decisión no podrá sustituirse por una técnica matemática, pero sin duda se logrará una aproximación a la solución óptima por la consideración más exhaustiva posible de datos y variables, tanto endógenas como exógenas y la presentación sistemática de los distintos elementos y sus interrelaciones, definiendo objetivos y criterios de ponderación.

La magnitud de un proyecto condiciona los estudios de evaluación por lógicas razones de

complejidad e importancia de los objetivos, cuantías de inversión y consecuencia en cuanto a economía interna, desarrollo económico o social, intervención del sector público y otros sectores que puedan ser afectados en sus actividades por la futura vía. Por ejemplo en el estudio de una autopista o autovía se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Formulación de costes y beneficios.
- Incidencia sobre otras carreteras próximas u otros modos de transporte.
- Afecciones al medio ambiente.
- Efectos sobre la oferta de empleo.
- Balance energético y economía de divisas.
- Efecto sobre el desarrollo económico regional y local.
- Efecto sobre la ordenación del territorio.

8. CONSIDERACION FINAL

Como en otros artículos que con anterioridad publicamos en esta páginas, tratamos de informar sobre la importancia y evolución de los métodos de evaluación y procesos de decisión de las inversiones en obras de carreteras que respondan a necesidades categóricas en cuanto a la mejora y ampliación de nuestra red viaria.

La decisión de inversiones, así como los objetivos y motivos a que esta responde, debe basarse en minuciosos estudios esclarecedores de función, rentabilidad y afección en los que se apliquen los más modernos métodos de evaluación de proyectos a los que someramente nos hemos referido, poniendo énfasis en su amplitud y complejidad. En ellos se conjugan aspectos microeconómicos y macroeconómicos: análisis de la demanda, previsiones de costes y beneficios, ponderación de azar y de la incertidumbre, relación con otros objetivos a la política económica, incidencia mediambiental, etc.

En todo caso en un proceso de evaluación y decisión como el que nos ocupa deben participar tres grupos de personas: 1) analistas, 2) expertos de la decisión y 3) políticos. Los expertos tienen que hablar con gran claridad a los políticos y las conclusiones que sometan a la decisión final de éstos deben ser muy simples y simple ha de ser también su presentación. El debate sobre los campos de aplicación de los métodos modernos de evaluación y ayuda a la

decisión puede ser muy amplio y a ello, para intercambio de experiencias y reflexión coordinada, se dedicará un Seminario en el XVIII Congreso Mundial de la A.I.P.C.R. que tendrá lugar en Bruselas en Septiembre de 1987.

BIBLIOGRAFIA

1. JANNET, H.: «*Mesure des effets socio-economiques d'une grande infrastructure routiere*». Comité Económico y Financiero de la A.I.P.C.R., París, 1982.
2. HENRY, S.: «*Investment decisions under uncertainty*». The American Economic Review. Washington. Diciembre, 1974.
3. PLASSARD, F.: «*Les autoroutes et le développement regional*». Editions Economica. París 1977.
4. «*Modelo de Inter-relacionamiento de custos rodoviaros*». Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (GEIPOT). Brasilia D.F. 1984.
5. LLAMAZARES, O.: «*La evaluación de los efectos externos de la carretera en los estudios de planificación*». Revista de Obras Públicas. Madrid. Septiembre, 1984.
6. «*Méthodologie générale de choix d'investissement routier en rase campagne*». Recommandations du Conseil Général des Ponts et Chaussées, París, 1985.
7. «*Manual de evaluación económica de proyectos de carreteras*». Dirección General de Carreteras. Madrid, 1986.

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 introducción

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.