

# INFRAESTRUCTURAS Y CRECIMIENTO: UN PANORAMA\*

MARÍA DRAPER

FEDEA

JOSÉ A. HERCE

FEDEA y Universidad Complutense

A finales de la pasada década, una serie de estudios dedicados al análisis de los efectos del capital público contribuyeron a configurar una explicación de la caída de la productividad en los países desarrollados, sintetizada con particular acierto por David Aschauer (1989a) y defendida enfáticamente más tarde por Alicia Munnell (1990a). Desde entonces, las contribuciones se suceden aportando argumentos a favor y en contra de los hallazgos originales de Aschauer y/o matizando las condiciones bajo las cuales éstos se obtienen. El presente trabajo pasa revista a esta literatura buscando integrar el debate desencadenado por Aschauer en el contexto, más amplio, de la actividad económica del gobierno y del proceso de crecimiento económico, sin descuidar la alusión a parte de la literatura en la que los aspectos microeconómicos aparecen como la clave para responder a muchas cuestiones asociadas al uso eficiente de las infraestructuras a las que el análisis macroeconómico, sectorial o regional no puede dar respuesta.

*Palabras clave:* capital público, infraestructuras, crecimiento, desarrollo regional.

Desde principios de los años ochenta, las economías desarrolladas vienen sufriendo un descenso en el ritmo de la productividad al que se ha tratado de buscar una explicación. Desde los factores demográficos, algunos de los cuales comenzaron a agudizarse entonces, hasta las perturbaciones energéticas, las explicaciones ofrecidas presentan limitaciones frente a un fenómeno de tal trascendencia. A finales de la pasada década, una serie de estudios dedicados al análisis de los efectos del capital público contribuyeron a configurar una explicación de la caída de la productividad en los países desarrollados, sintetizada con particular acierto por David Aschauer (1989a) y defendida enfáticamente más tarde por Alicia Munnell (1990a). Desde entonces las contribuciones se suceden aportando argumentos a favor y en contra de los hallazgos originales de Aschauer y/o matizando las condiciones bajo las cuales éstos se obtienen.

---

\* Los autores desean agradecer los comentarios de Juan F. Jimeno, Arthur B. Treadway, Rafael Flores de Frutos y Simón Sosvilla-Rivero, así como los de dos evaluadores anónimos que han permitido mejorar considerablemente el presente trabajo. Los errores u omisiones que puedan subsistir son de la sola responsabilidad de los primeros.

El presente trabajo pasa revista a esta literatura, buscando integrar el debate desencadenado por Aschauer en el contexto, más amplio, de la actividad económica del gobierno y del proceso de crecimiento económico, sin descuidar la alusión a parte de la literatura en la que los aspectos microeconómicos aparecen como la clave para responder a muchas cuestiones asociadas al uso eficiente de las infraestructuras a las que el análisis macroeconómico, sectorial o regional no puede dar respuesta.

En el repaso de la amplia literatura que se realiza, es difícil concentrarse en las cuestiones principales a las que este ejercicio trata de dar respuesta. La pregunta clave es, no obstante, ¿es productivo el gasto público en infraestructuras? Más que responder con un monosílabo a esta pregunta, nuestro trabajo pretende establecer el balance que surge de las diferentes contribuciones tras un intenso debate en el que se han sucedido la replica de metodologías, el uso de metodologías alternativas y/o su aplicación a economías nacionales, regiones y sectores productivos diferentes.

En un debate como el que aquí se trata, la medición del fenómeno y las técnicas y metodologías utilizadas por los diferentes contribuyentes han de ocupar un lugar destacado, por lo que en la sección 1 se tratan estas cuestiones. La sección 2 considera la evidencia que, sobre el papel del gasto público en el proceso de crecimiento, aportan una serie de trabajos cuyo contenido permite focalizar los gastos productivos del sector público, entre los cuales se encuentran los gastos en infraestructura. Las secciones 3 y 4 constituyen el centro de nuestro panorama. La primera trata el enfoque macroeconómico del que podríamos llamar el “efecto Aschauer” y muestra las discrepancias existentes en la literatura sobre su existencia. En el ámbito regional (sección 4), tanto los argumentos como la evidencia permiten matizar los hallazgos comentados en la sección anterior.

La sección 5, por fin, enfatiza los aspectos relativos a la provisión óptima de infraestructuras, en la medida en que la literatura permite dotar de contenido a una cuestión tan importante. Esta sección se detiene, pues, en la existencia de un déficit de infraestructuras en las economías desarrolladas. Cuestión que queda considerablemente matizada en cuanto se consideran los aspectos financieros, la demanda y los precios de los servicios de infraestructura, la regulación y privatización de los mismos, etc., que también comienzan a integrarse en el debate.

## 1. CONCEPTO Y MEDICIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS Y DE SUS EFECTOS

### *1.1. Definición de infraestructuras y su medición*

El concepto de infraestructuras es muy amplio y, por tanto, difícil de determinar. Como consecuencia de ello, en la mayoría de la literatura se habla de infraestructuras sin definir las previamente. Existe, pues, una laguna que queremos, en cierta medida al menos, subsanar en este trabajo y, para ello, vamos a comenzar por abordarla en su perspectiva física.

Las infraestructuras físicas comprenden el conjunto de equipamientos, estructuras y servicios de soporte requeridos para el desarrollo económico de un área determinada. Ese conjunto de bienes y servicios determina la dimensión material y cuantitativa de la infraestructura y abarca un rango cada vez mayor de los mismos.

Siguiendo una clasificación propuesta por Hansen (1965), existen dos grandes categorías de infraestructura: la económica, que apoya directamente a las actividades productivas, y la social, vinculada directamente al bienestar del consumidor e indirectamente a las actividades productivas.

La infraestructura (física) económica está compuesta por un conjunto de equipamientos que se conocen en la literatura como [“infraestructura básica” (“core infrastructure” según Aschauer (1989a))] y que pueden agruparse en las siguientes subcategorías [Diewert (1986), aunque no se alude explícitamente a este concepto]:

- i) Infraestructura destinada a la prestación de servicios públicos de abastecimiento de agua, electricidad y gas natural, recogida de basuras y depuración de residuos;
- ii) Infraestructura destinada a la prestación de servicios de telecomunicaciones: servicios telefónicos, postales, por cable;
- iii) Infraestructura de transporte: carreteras, ferrocarriles, vías fluviales, puertos y aeropuertos;
- iv) Infraestructuras relacionadas con la gestión del suelo: mejora de drenajes, prevención de inundaciones y de pestes, irrigación, control de la erosión, reforestación y preparación de la tierra.

Por su parte, la infraestructura (física) social está integrada por la infraestructura educativa y sanitaria, los centros asistenciales y culturales, la infraestructura de medio ambiente y una serie de instalaciones tales como comisarías de policía, estaciones de bomberos o ayuntamientos [Aschauer (1989a) y Cutanda y Paricio (1992)].

Esta distinción es relevante porque los efectos sobre la productividad y el crecimiento de una y otra categoría han resultado ser cuantitativamente muy distintos, teniendo un mayor peso la infraestructura económica.

En la actualidad se defiende, no obstante, una concepción más amplia de las infraestructuras, que combine las dimensiones material (infraestructura física, tanto económica como social) y de gestión de las mismas (infraestructura “lógica”).

Un ejemplo de esto último lo constituiría el sistema de gestión de tráfico que debería acompañar a una red de carreteras congestionada. Asimismo, en un interesante desarrollo de la noción de infraestructuras, Stern (1991) sugiere que la falta de un adecuado sistema de derechos de propiedad puede verse como una carencia de “infraestructuras institucionales”, tan necesarias para el desarrollo económico como las infraestructuras convencionales.

Por tanto, desde una perspectiva de futuro se propone una visión más amplia de las infraestructuras caracterizada por un “sistema de gestión” de la infraestructura física que realce su potencial económico y, en consecuencia, cobraría sentido una aproximación de carácter interdisciplinar a su concepción, realización y explotación. Nótese que, debido a multitud de factores (como espaciales, medioambientales o regulatorios), la infraestructura física es cada vez más “escasa” y su utilización eficiente más necesaria. Tal sistema de uso eficiente sería un instrumento claramente sustitutivo del consistente en el desdoblamiento físico de la infraestructura (por ejemplo, peajes *versus* carriles adicionales) y de efectos potencialmente considerables [Winston (1990, 1991)].

La provisión de los bienes y servicios que se derivan de la existencia de infraestructuras beneficia a consumidores y productores localizados en, o transeún-

tes por, su área de influencia y, en muchos casos, resulta muy difícil imputar a cada usuario de los mismos el correspondiente coste marginal de tal provisión (como, por ejemplo, en el caso de una carretera). Es decir, las infraestructuras presentan las características de un bien público y, en general, su provisión queda encomendada al sector público.

En el cumplimiento de esta función, el sector público de las economías desarrolladas realiza un volumen muy importante de inversiones, que constituyen la mayor parte del *stock* de capital público. De ahí que, con frecuencia, se hable indistintamente de infraestructuras y de capital público. La magnitud de dichas inversiones se debe a una conciencia generalizada de que las infraestructuras representan la base para el desarrollo económico –sostenido y en términos socialmente aceptables– de un país, región o ciudad, ya que condicionan la eficacia económica y la cohesión a largo plazo de una sociedad.

En general, se admite que una adecuada dotación de infraestructuras aumenta la eficiencia del sistema productivo, estimula la inversión privada y mejora la competitividad de la economía. El mantenimiento de la inversión en infraestructuras es una condición necesaria para el desarrollo a largo plazo, mientras que la propia realización de infraestructuras tiene efectos reactivadores sobre la economía en su conjunto, dada la capacidad de generación de empleo y de demanda a otros sectores productivos que posee la construcción, actividad a la que se dirige la mayor parte de los recursos empleados en el proceso de realización de las mismas. En consecuencia, se eleva el nivel de vida de los ciudadanos y se cumple a la vez con una función redistributiva.

Sin embargo, el estudio sistemático del papel de las infraestructuras en el crecimiento y desarrollo económicos no se ha abordado con una frecuencia y profundidad comparables al tratamiento de que han sido objeto el gasto de las administraciones públicas, en general, y determinados capítulos del mismo, en particular. Los pasos iniciales hacia su equiparación han requerido, en primer lugar, un cambio de enfoque desde la perspectiva *keynesiana* a la neoclásica, con su proposición de equivalencia financiera y el consecuente desplazamiento del interés hacia los efectos reales del gasto público (tanto a corto como a largo plazo, de los cuales tenemos ejemplo en el párrafo anterior). En segundo lugar, han cobrado importancia los gastos públicos productivos, con un efecto duradero sobre la actividad económica general, en el ámbito de políticas estructurales de desarrollo ahora que las de estabilización parecen sustancialmente agotadas. Esto último desplaza el énfasis hacia el lado de la oferta de una economía y hacia el largo plazo.

Existe una amplia literatura reciente que se plantea los efectos de las infraestructuras sobre el crecimiento económico y cuyo progreso está condicionado por la cantidad y calidad de los datos disponibles. Cada una de las categorías y subcategorías integrantes de la infraestructura, al igual que ésta en su conjunto, presentan importantes problemas de medición.

La medición de la dotación de infraestructuras y de su evolución en el tiempo se puede abordar en términos exclusivamente físicos o en términos monetarios.

En términos físicos se han elaborado indicadores muy diversos. En primer lugar, hay indicadores parciales para cada categoría o subcategoría de infraestructuras [M.E.H. (1993)], que, muy a menudo, se expresan referidos a variables generales de población o superficie. Entre ellos se encuentran, por ejemplo, los siguientes: kilómetros de red ferroviaria, m<sup>2</sup> de áreas de servicio, número de

téléfonos o líneas telefónicas, extensión de la red de abastecimiento de agua, capacidad de producción de energía eléctrica (en kilowatios/hora), hectáreas de superficie arbolada, número de centros de vigilancia atmosférica y número de camas hospitalarias.

También se han elaborado indicadores sintéticos. Biehl (1986), en un trabajo seminal, propone y aplica a las regiones europeas una metodología para la elaboración de indicadores que sintetizen las distintas categorías -y subcategorías- integrantes del capital público. Las categorías consideradas son básicamente las siguientes: Transportes, Comunicaciones, Energía, Abastecimiento de Agua, Medio ambiente, Educación, Sanidad, Asistencia Social y Cultura.

En cada caso se pretende medir la capacidad del equipamiento en infraestructuras con unas definiciones que permitan un grado mínimo de diferenciación según el tamaño y la calidad de dicha capacidad. No obstante, la mayoría de las veces no se realizan valoraciones acerca de la calidad de los servicios ofrecidos.

Las medidas de capacidad vienen expresadas en distintas dimensiones que es necesario eliminar para la obtención del índice sintético, lo que requiere varias transformaciones. Primero, todos los indicadores se relacionan con la superficie y/o población de cada región, según que la categoría de infraestructura correspondiente sea de tipo red o de tipo puntual. Alternativamente, se considera que las propiedades de servicio a un espacio y a su población pueden estar mezcladas y se intenta cuantificar esa mezcla. Para ello se calcula el coeficiente de correlación entre cada característica infraestructural y la superficie de la región, por un lado, y la población de la misma, por otro, y los valores obtenidos se utilizan para ponderar ambas medidas.

En segundo lugar, los datos anteriores se estandarizan, tomando como referencia la región mejor equipada y asignándole un valor de 100. Con estos valores adimensionales se pueden obtener ya los indicadores de infraestructura de cada categoría, como media aritmética de los correspondientes a todas sus subcategorías, o bien ponderada según criterios de, por ejemplo, valor añadido bruto al coste de los factores, como se hace en Nieves y Piñero (1991). De ellos resulta el indicador general de infraestructuras como media geométrica de los anteriores, para tener en cuenta el grado de (in)sustituibilidad entre las distintas categorías. Todos se normalizan a 100, por lo que representan dotaciones respecto a la región que alcanza el valor máximo.

Esta metodología entraña ciertas dificultades. Por un lado, la heterogeneidad presente en los datos y fuentes utilizados supone un elevado esfuerzo en la recogida y homogeneización de la información, siempre condicionada por el grado de disponibilidad existente. También se plantea un problema de selección del tipo apropiado de región, siendo necesario, en general, prescindir de las regiones "funcionales", ya que los datos disponibles suelen corresponder a las administrativas. La región "funcional" es la entidad significativa a efectos del tipo de análisis desarrollado aquí y, de forma ideal, vendría definida porque la intensidad de los efectos de absorción y difusión de servicios infraestructurales en una región o comunidad es aproximadamente la misma. Finalmente, la "sintetización" de los diversos indicadores en un solo indicador global elimina, en general, las consideraciones de calidad y especialización de los diversos tipos de infraestructura.

Siguiendo la metodología anterior, Cutanda y Paricio (1992) construyen, para las Comunidades Autónomas (CC.AA.) españolas y en línea con la versión más actualizada del trabajo de Biehl (1986), otros dos indicadores generales: el de

infraestructura económica y el de infraestructura social. El primero está constituido por todas aquellas categorías de infraestructura que apoyan directamente a las actividades productivas y el segundo comprende las infraestructuras de las que se derivan servicios sociales, es decir, las asociadas directamente al bienestar social e indirectamente, si acaso, a las actividades productivas.

En Utrilla de la Hoz (1991) se transforman los indicadores obtenidos por Biehl para España en índices de necesidad relativa, de forma que índices elevados representan una mayor carencia de infraestructuras y, consecuentemente, una mayor necesidad de inversiones. En el trabajo se recogen, además, indicadores de necesidad relativa de provisión de servicios públicos elaborados por Bosch y Escribano (1988) y otros obtenidos por Ruiz-Castillo y Sebastián (1988).

En lo que se refiere a la medición en términos monetarios, existen indicadores de flujos para magnitudes agregadas que hacen referencia a la formación bruta de capital fijo de las Administraciones Públicas (como porcentaje del PIB y del total de empleos no financieros así como por niveles de administración) o, más concretamente, al gasto público en infraestructuras (desagregado en sus diversas categorías y para las distintas administraciones). Se dispone de datos sobre estas magnitudes en distintas cuentas de las Administraciones Públicas.

El problema son los datos en términos de *stocks*, ya que la medición del *stock* de capital (y más todavía de capital público) plantea graves dificultades que, no obstante, es necesario resolver por ser ésta la variable relevante en un gran número de estudios empíricos sobre los efectos de las infraestructuras en el crecimiento económico. Además los problemas se agudizan cuando se pasa del ámbito nacional al regional, etc.

El método tradicionalmente utilizado para la medición del *stock* de capital es el del inventario permanente. Según este método, el *stock* de capital en un momento dado resulta de la acumulación de inversiones precedentes en equipamientos y estructuras. La suma del valor de las inversiones pasadas, ajustado por la depreciación y por el abandono de los equipos residuales en cada período (al final de su vida útil), proporciona una estimación (en términos netos) del *stock* de capital existente. Es decir, a la inversión bruta acumulada se le aplica una función de depreciación en un intento de reflejar la eficiencia del capital en servicio.

El método del inventario permanente entraña ciertas dificultades. Por una parte, supone que el precio de compra de una unidad de capital, usado para ponderar cada unidad del *stock*, refleja el valor descontado de sus beneficios marginales presentes y futuros, supuesto que sólo se satisface en presencia de mercados perfectamente competitivos. En la realidad, dado que el gobierno no está sujeto a restricciones competitivas o de mercado, el precio no refleja la productividad marginal del capital público. No obstante, en el caso de los gobiernos locales se restauran relativamente las condiciones competitivas en la medida en que éstos han de atraer (o evitar la deslocalización de) familias y empresas. Por otra, una determinada proporción de la inversión (bruta) de cada período se usa para reponer el capital que se ha depreciado, lo cual requiere estimaciones ajustadas de la vida media de los activos, la tasa de reemplazamiento y la función de depreciación.

En algunos trabajos empíricos se aborda esta tarea. Por la gran cantidad de datos que se necesitan, hasta el momento el mayor número de estudios corresponde a Estados Unidos: Eberts (1986), Garcia-Milà y McGuire (1989), Munnell

(1990c) y Holtz-Eakin (1992). Hansson (1991) presenta series para Suecia. Para España existen estimaciones muy recientes de Argimón y Martín (1993) de infraestructuras de transportes y comunicaciones y de Mas, Pérez y Uriel (1993) de capital público por CC.AA., para diversas categorías.

Existe un método alternativo para la medición del *stock* de capital, poco utilizado hasta la fecha, que es el del coste de reposición. Consiste en evaluar la inversión precisa para el reemplazamiento de las infraestructuras existentes en un momento dado, aplicando costes genéricos de reposición para cada uno de los elementos que las componen. Este método tampoco es ajeno a las dificultades mencionadas anteriormente que, claramente, impiden que los activos reflejen su verdadero valor económico. Nieves y Piñero (1991) han aplicado recientemente esta metodología a las infraestructuras de transporte en España en un ejercicio en el que, simultáneamente, se aplica, mejorada, la metodología de Biehl para obtener índices de infraestructura.

### 1.2. Modelos para la estimación de los efectos de la infraestructura

Los modelos utilizados para la estimación de los efectos de la infraestructura se van a clasificar en tres categorías principales: modelos contables, modelos estructurales y otras metodologías.

Los modelos contables son aquellos que describen rasgos estilizados utilizando, en ocasiones, descomposiciones algebraicas. Se trata de formas reducidas, más que de ecuaciones estructurales, y, en general, no abordan específicamente los efectos de la infraestructura. Sólo en algún trabajo reciente, como el de Cuntanda y Paricio (1992), se utilizan indicadores de dotación de infraestructuras en lugar de datos genéricos de inversión pública.

Esta categoría arranca de los modelos de “contabilidad del crecimiento”, con el artículo seminal de Solow (1957), y se ha prolongado hasta la actualidad dando lugar a numerosos trabajos. Entre ellos figuran, por ejemplo, los de Diamond (1989) y Barro (1991). El primero analiza la influencia del gasto del gobierno, agregado y por componentes, sobre la tasa de crecimiento del PIB. El segundo incluye las tasas de inversión pública –y privada– en un vector de variables (tales como capital humano, tasa de fertilidad, consumo público y distorsiones al comercio) explicativas de la tasa de crecimiento económico de un país.

Bajo este epígrafe se engloba asimismo una amplia gama de modelos de crecimiento del sector público y su influencia sobre la actividad económica –cuya descripción detallada se deja para el apartado siguiente–. Se trata de hipótesis que versan sobre distintos aspectos del comportamiento del sector público: ley de Wagner, activismo fiscal, multiplicador del gasto público, paradigma *musgraviano* y otros. A este grupo pertenecen los trabajos de Nagarajan y Spears (1989), Afxentiou y Serletis (1991) y Diamond (1990), entre otros.

Los modelos estructurales representan propiedades técnicas o relaciones de comportamiento de los agentes económicos y requieren, en su mayoría, estimaciones del *stock* de capital público. Entre ellos cabe distinguir dos grandes subcategorías, según que adopten una perspectiva de equilibrio parcial o general.

El punto de partida del análisis parcial es, en este campo, la teoría neoclásica de la producción. Se estiman funciones de producción ampliadas en las que el capital público interviene como un *input* que no recibe retribución por su productividad marginal [Meade (1952)], trasladándose aquella al resto de los factores. La función de producción representa, como se sabe, una condición de eficiencia y puede expresarse de forma sintética en los siguientes términos:

$$Q = Q(A, L, K, KG) \quad [1]$$

donde Q es nivel de producción; A, progreso técnico; L, trabajo; K, capital privado y KG, capital público, al que se asimilan generalmente las infraestructuras.

Las especificaciones más utilizadas para esa función han sido la Cobb-Douglas [Aschauer (1989a), García-Milà y McGuire (1989), Munnell (1990c)] y la translog [Eberts (1986)]. Pero ambas presentan serias limitaciones: la rigidez en la forma funcional en lo que se refiere a las relaciones de (in)sustituibilidad entre los *inputs* (sobre todo la Cobb-Douglas), la existencia de sesgo de simultaneidad (regresores endógenos pero tratados como exógenos) y la imposibilidad de determinar, sobre la base de estas especificaciones por sí solas, si la provisión de capital público alcanza su nivel óptimo.

Para superar las anteriores limitaciones, un marco de referencia adecuado lo proporciona la teoría de la dualidad, que es la forma alternativa de enfocar el problema de optimización del productor. Bajo esta teoría se especifican funciones de beneficio [Deno (1988)] o, su equivalente, funciones de costes [Berndt y Hansson (1991), Morrison y Schwartz (1992)] que reflejan el comportamiento optimizador de la empresa representativa. Dichas funciones se pueden expresar de forma genérica como sigue:

$$CV = CV(Q, P_v, K, KG, A) \quad [2]$$

$$\Pi = \Pi (P, KG) \quad [3]$$

respectivamente, donde CV son costes variables;  $P_v$ , precios de los inputs variables;  $\Pi$ , beneficio y P, precios de todos los *inputs*.

Minimizando costes o maximizando beneficios en las expresiones anteriores se puede obtener la demanda óptima (eficiente) de los *inputs* variables y de los fijos –entre ellos del *stock* de capital público en infraestructuras–, estimar el precio o valor sombra del capital público, aislar el efecto de las infraestructuras de las economías de escala que afectan a la empresa y distinguir entre los efectos directos e indirectos de la infraestructura sobre el crecimiento de la productividad. Así pues, en trabajos como los de Deno (1988), Berndt y Hansson (1991) o Morrison y Schwartz (1992), las posibilidades del análisis se enriquecen considerablemente, si bien a costa de emplear formas funcionales más complicadas, como la función generalizada de Leontief.

Un paso adicional lo constituyen los modelos de ecuaciones simultáneas, cuyo objetivo es recoger la doble relación de causalidad que puede existir entre inversión o capital públicos, por un lado, y productividad o renta per cápita, por otro. Puede ocurrir que el capital público “cause” a la renta en la medida en que el primero sea un *input* necesario para el proceso de producción privado, como se pone de manifiesto en la tradicional ecuación representativa de la función de producción. Pero también puede ser que la inversión pública se comporte como un bien normal y, en ese caso, como se derivaría del problema de optimización del consumidor individual, habría que añadir una ecuación de demanda de capital público en función de la renta, invirtiéndose la relación de causalidad. Este es el tipo de modelización que adoptan Deno y Eberts (1989), Flores de Frutos y Pereira (1993) o Flores de Frutos, Gracia y Pérez (1994), destacando la inconsistencia de los estudios en que la inversión pública se considera exógena y la necesidad de determinar ésta endógenamente con la renta (o bien con el capital privado).

Junto a los modelos parciales ya mencionados existen algunos intentos de adoptar una perspectiva más global. Entre ellos se encuentran los modelos de equilibrio general [García-Milà (1988)], en los que el gobierno determina el capital público al margen de los agentes privados y éste interactúa con el capital privado en el proceso de producción. Bajo tal epígrafe se agrupan asimismo otras teorías integrales, como puede ser el enfoque del potencial de desarrollo regional [Biehl (1986)], según el cual la infraestructura forma parte del conjunto de determinantes potenciales del desarrollo y que pone de relieve la relación óptima que debe existir entre los elementos públicos y privados del capital de una economía en su conjunto.

Ninguna de estas metodologías estructurales está exenta, no obstante, de una serie de problemas econométricos, que se sintetizan en el cuadro 1.

---

**Cuadro 1: PROBLEMAS ECONOMÉTRICOS ASOCIADOS A LA ESTIMACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAPITAL PÚBLICO**

---

Problema y exponente	Descripción del problema
Causación inversa Deno y Eberts (1989)	Ignorar la potencial relación de simultaneidad entre renta y capital público, tratando a éste como variable exógena en lugar de endógena.
“Crítica de Jorgenson” Tatom (1991b)	Correlación espuria entre capital público y renta debido a la no estacionariedad de las variables regresadas.
Variables omitidas Rubin (1991)	Sesgo en la estimación de la elasticidad-renta del capital público derivado de la omisión de variables relevantes correlacionadas con éste.
Especificación lineal De Rooy (1978)	Imposibilidad de determinar las interdependencias entre las elasticidades-renta de distintos tipos de capital público.
Error de medida en las variables Deno y Eberts (1989) Jorgenson (1991)	Sesgo en la estimación de la elasticidad-renta del capital público derivado de la existencia de errores en la medición de éste. Ejemplo: No se consideran los gastos de mantenimiento del <i>stock</i> de capital público.
Nivel de agregación de los datos Holtz-Eakin (1992)	Necesidad de trabajar con datos desagregados para obtener estimaciones fiables del parámetro de interés.

---

Fuente: Elaboración propia.

En primer lugar, está el conocido problema de la “causación inversa”, como se denomina al sesgo ocasionado por ignorar la relación de simultaneidad que puede existir entre capital público y renta per cápita y tratar a la primera variable como exógena en lugar de como potencialmente endógena. Algunos trabajos [Deno y Eberts (1989)] optan por plantear un sistema de ecuaciones simultáneas como el sugerido anteriormente, pero la mayoría de los estudios mantienen el modelo clásico uniecuacional después de haber realizado diversos contrastes ofreciendo evidencia contra la hipótesis de causación inversa: tests de causalidad de Granger-Sims, tests de cointegración, tests que incluyen los mecanismos de corrección de error estimados previamente, etc. A este bloque pertenecen los trabajos de Eberts y Fogarty (1987), Aschauer (1989c), Eberts (1990), De Long y Summers (1991, 1992), Argimón *et al.* (1993) y Bajo y Sosvilla (1993), entre otros. En cualquier caso, parece imprescindible corregir el sesgo de simultaneidad, siempre que sea posible, a través del método de variables instrumentales, como señalan Cutanda y Paricio (1992).

Otro problema fundamental es lo que se conoce como la “crítica de Jorgenson” [Jorgenson (1991), Rubin (1991)], que considera espuria la correlación entre productividad y capital público debido a la presencia de una tendencia común en dichas variables. En este sentido, Tatom (1991b) considera inválidos los resultados obtenidos hasta esa fecha por otros autores, así como los suyos propios, porque las ecuaciones estimadas contienen variables no estacionarias. Sin embargo, Argimón *et al.* (1993) presentan estadísticos de cointegración y rechazan la existencia de correlación espuria.

Las especificaciones econométricas utilizadas se cuestionan también por el hecho de ser bastante simplistas. En concreto, puede haber un problema importante de sesgo derivado de la omisión de variables relevantes correlacionadas con el *stock* de capital público, tales como la inversión en energía o en investigación y desarrollo [Rubin (1991)]. Otra limitación consiste, en ocasiones, en la linealidad de los modelos empleados, que no permite considerar las interdependencias entre elasticidades-renta o producto de distintos tipos de infraestructura pública [De Rooy (1978)], como, por ejemplo, el sistema de seguridad pública (gastos en policía) y las inversiones en educación.

Otra fuente de sesgo, como señalan Deno y Eberts (1989), está en los errores de medida del *stock* de capital público. Ya se comentaron en el apartado anterior los problemas de medición de esta magnitud, así como las dificultades de obtener indicadores homogéneos y que valoren la cantidad y calidad de los servicios ofrecidos por las mismas. La existencia de diversos niveles de administración pública, cuyos datos de capital son difíciles de recopilar, así como los numerosos supuestos realizados por el método del inventario perpetuo sobre tasas de depreciación y duración de la vida útil de las inversiones, afectan a la medición de la variable de interés y pueden provocar sesgos en la estimación de su elasticidad-renta o producto. Por su parte, Barro (1991) hace referencia a los errores de medición del PIB, que sólo alterarían los resultados del análisis en caso de tener una magnitud considerable y de persistir largos períodos de tiempo –más de diez años.

Jorgenson (1991) formula, asimismo, otras críticas a la idoneidad de los datos empleados. Este autor hace una distinción fundamental entre *stock* de capital y flujo de servicios derivados de dicho capital. Tal planteamiento orienta la cuestión hacia los gastos necesarios –tanto en bienes y servicios como en sueldos y sala-

rios— para mantener la funcionalidad del *stock* de capital, como también señala Diamond (1989).

La amplia literatura existente ha utilizado tanto series temporales para una sola economía [Berndt y Hansson (1991)] como paneles de datos para países [Aschauer (1989b)], para estados —en EE.UU.— o regiones [García-Milà y McGuire (1992), García-Milà, McGuire y Porter (1993), Morrison y Schwartz (1992)] o para administraciones locales [Eberts (1986)]. A este respecto, el nivel de agregación de los datos se ha considerado una fuente de los resultados conflictivos obtenidos por la literatura. Munnell (1990c) y Mamuneas y Nadiri (1991) justifican las discrepancias sobre la base de los efectos difusión que se pierden al trabajar con datos desagregados. Sin embargo, otros autores [Jorgenson (1991), De Long y Summers (1991)] explican la infravaloración —e incluso la ausencia de significación— de la elasticidad-producto del capital público por la utilización de datos agregados y recomiendan un análisis a nivel microeconómico para evaluar con fiabilidad la contribución potencial de las infraestructuras al crecimiento.

Por último, queremos finalizar esta sección señalando que, al margen del análisis econométrico, también se han desarrollado otras metodologías para la evaluación de los efectos de la infraestructura. Diewert (1986) expone las líneas básicas que caracterizan el enfoque del cuestionario, la contabilidad *ex-post*, la programación matemática y de ingeniería, la modelización del equilibrio general aplicado y el enfoque diferencial. Quinet (1992), por su parte, propone la utilización de las tablas *input-output*.

## 2. GASTO DEL GOBIERNO Y ACTIVIDAD ECONÓMICA

Muy a menudo se insiste en que el papel genuino del sector público en la economía debería reducirse a las actividades de creación de un entorno institucional, regulatorio e infraestructural en el cual la actividad privada se desarrollara de la mejor manera posible. Esta concepción del papel del sector público, que algunos economistas llamarían de mínimos y que debe verse en realidad como una concepción de óptimo, no es sin embargo incompatible con el paradigma *musgraviano* (Asignación —Estabilización—Redistribución), aunque este ejercicio de compatibilidad exigiría numerosas matizaciones. En cualquier caso, resulta evidente que las infraestructuras forman parte, en la actualidad, del núcleo de objetivos que guían la actividad del sector público en la mayor parte de los países, desde luego en los desarrollados.

Se admite generalmente que, dentro del gasto del sector público, el gasto productivo, por ejemplo en infraestructuras, produce efectos económicos mayores y más deseables que el resto de las actividades de gasto público, pero lo cierto es que la “productividad” de muchos otros gastos corrientes del sector público es extraordinariamente difícil de medir y por lo tanto la distinción es algo arbitraria. Una posible reducción de dicha arbitrariedad consistiría, como se sugiere en la sección 1 o en Stern (1991), en ampliar la noción de infraestructuras para abarcar al conjunto de instituciones encargadas de definir y administrar el sistema social de derechos de propiedad u otros sistemas de incentivos sociales cuyo mantenimiento correspondería a los gastos corrientes del sector público con arreglo a las actuales convenciones de los sistemas de cuentas nacionales.

Incluso en el caso de funciones mínimas, el peso del sector público parece ser inevitablemente elevado medido por el cociente porcentual entre gasto público

y producto interior bruto. Ello indica que el gasto público ha de tener importantes efectos económicos, no necesariamente positivos.

Más allá de las explicaciones convencionales sobre el tamaño del sector público, cuyo tratamiento no es el objetivo de este panorama, varios autores han tratado de demostrar mediante modelos teóricos [Grossman y Lucas (1974), Barro (1990)] o evidencia empírica [Peden (1991)] que, por encima de ciertos niveles de gasto público, sus efectos pueden disminuir o ser negativos.

### 2.1. ¿Es productivo el gasto público?

La necesidad de analizar cuidadosamente cada una de las grandes partidas del gasto público queda patente en la mayor parte de los estudios que, habiendo utilizado el gasto agregado en sus modelos, no son capaces de llegar a resultados concluyentes. Las grandes categorías a considerar serían las transferencias, el consumo público y la inversión pública. Por otra parte, también es importante distinguir entre gastos transitorios y permanentes y/o entre gastos de las administraciones centrales o federales y gastos de las administraciones regionales, locales, gasto militar o no, etc..

Es interesante citar, en primer lugar, el trabajo de Hulten y Schwab (1987), para quienes el gasto público representa, sobre todo, la contrapartida de las actividades productivas del gobierno. En efecto, la formulación de la función de producción del gobierno revela que, por lo general, se infravalora sistemáticamente la producción agregada, ya que la producción del gobierno no está adecuadamente recogida, sobre todo porque no se valoran los servicios prestados por el *stock* de capital público en dicho proceso de producción. Estos autores corrigen, consiguientemente, las estimaciones de las NIPA (National Income and Product Accounts) americanas entre 1959 y 1985.

Pero la productividad del gasto público se analiza, en general, a través de una ecuación de "contabilidad del crecimiento" à la Denison (1974) o una ecuación de productividad total de los factores (PTF) derivada de la anterior.

Diamond (1989), por ejemplo, utiliza una versión del siguiente modelo general de estirpe denisoniana:

$$g_y = a + \sum_{i=1}^n b_i \cdot (G_i/Y) + \sum_{j=1}^m c_j \cdot (Z_j/Y) + u \quad [4]$$

en el que  $g_y$  es la tasa de crecimiento real de la producción;  $G_i$ , el gasto público de tipo  $i$ ;  $Y$ , el producto real y  $Z_j$ , otros factores explicativos del crecimiento, entre ellos, naturalmente, los *inputs* privados.

Cuando  $b_i = b \forall i$ , el primer sumatorio de la expresión [4] se convierte en  $bG/Y$ , es decir, un término en el que aparece el tamaño del sector público ( $G/Y$ ) y cuyo coeficiente  $b$  trataría de medir su efecto global sobre la tasa de crecimiento. Con una muestra de datos agregados para 102 países entre 1960 y 1980, Diamond encuentra que el aumento del gasto agregado del gobierno parece ejercer un efecto negativo sobre el crecimiento real de la economía, lo cual sugiere que muchos países tienen un sector público con un tamaño superior al "óptimo". En este caso, el criterio de optimalidad es la mayor tasa de crecimiento posible.

El gasto de capital, una vez desagregados los componentes de  $G$ , tiene sin embargo una influencia positiva sobre el crecimiento y, dentro de él, el gasto en infraestructuras. Igualmente, Diamond detecta efectos positivos para ciertos gastos

corrientes. Son particularmente significativos los efectos de los gastos de capital en materias de protección social y educación, más incluso que los gastos estrictamente en infraestructura (ver sección 1 para definiciones precisas).

El gasto corriente, cuando aumenta sometido a una restricción de presupuesto equilibrado, puede tener efectos marcadamente negativos, tanto mayores cuanto más persistentes tales aumentos y, por supuesto, cuanto más distorsionante el esquema impositivo utilizado [impuesto sobre la renta en vez de impuesto a tanto alzado (Mao (1990))]. Este autor insiste en que los resultados de su modelo de simulación cambiarían de haberse considerado gastos productivos.

Para Peden (1991), el gasto público productivo (infraestructura, sistema de derechos de propiedad, etc.) ejerce un efecto positivo y duradero sobre la productividad del factor trabajo. También para García-Milà (1988) el gasto en infraestructura afecta favorablemente al PIB. En la primera parte de su estudio, esta autora muestra que los gastos locales y estatales en los Estados Unidos explican una buena parte de la varianza del PIB. Ello se ilustra mediante un modelo VAR aplicado a un vector de componentes del PIB, entre los que figuran varias categorías de gasto público.

Aschauer (1989a), por fin, en un conocidísimo trabajo que ha desencadenado una buena parte de la literatura que se cita en estas páginas, trata de estimar los efectos del capital público sobre la productividad, tanto la del capital privado como total de los factores, encontrando una fuerte correlación positiva entre ambos. El modelo general del que parte es una función de producción ampliada para incluir entre sus *inputs* al capital público:

$$Y = A \cdot K^\alpha \cdot L^\beta \cdot KG^\gamma; \alpha + \beta + \gamma \geq 1 \quad [5]$$

en la que KG es el capital público.

Aschauer encuentra evidencia de que el gasto público corriente no es significativo y de que, dentro del impacto positivo ejercido por KG, las infraestructuras ejercen el mayor efecto sobre la productividad. En un intento de contrarrestar las críticas dirigidas a la existencia de causación inversa, rechaza ésta, lo cual interpreta, a su vez, como un rechazo de la Ley de Wagner. La inclusión de KG en la expresión [5] parece, según las conclusiones del autor, dotar a la función de producción de rendimientos de escala crecientes, lo cual revela la existencia de externalidades positivas asociadas a las infraestructuras.

La revisión realizada en esta sección sobre los gastos públicos productivos permite establecer como tales, claramente, a las infraestructuras en la versión de "infraestructuras núcleo" a la que se aludía en la sección 1 e, igualmente, a aquella parte del capital público constituida por bienes de equipo u otras estructuras, especialmente las de protección social y educativas. Los gastos corrientes, y entre ellos las transferencias, parecen llevar la peor parte en el reparto, pero no hay que olvidar el papel crucial que algunos de estos gastos, destinados a mantener y perfeccionar el sistema social de derechos de propiedad, tienen que jugar forzosamente en la eficacia global de la sociedad.

Como sabrán muchos lectores, el trabajo de Aschauer (1989a) ha dado lugar a una numerosa literatura situada a ambos lados de su argumento central, que también ha tenido contribuyentes en España [Bajo y Sosvilla (1993), Argimón *et al.* (1994), Mas *et al.* (1994), Flores de Frutos, Gracia y Pérez (1994)]. Su tratamiento es el objeto de la sección 3.

## 2.2. El efecto expulsión de la inversión en infraestructuras

También es bien conocido, y figura en todos los libros de texto de macroeconomía, el efecto que el gasto público ejerce sobre la inversión privada, “expulsando” a esta última cuando se produce un aumento del primero. Es decir, un aumento del gasto público de, digamos, una peseta puede provocar un desplazamiento en mayor, igual o menor magnitud del gasto privado en inversión. El mecanismo convencional por el que esto sucede es que el estímulo de la demanda que tal aumento del gasto provoca y la competencia del sector público por el ahorro necesario para su financiación elevan los tipos de interés, lo cual deprime la inversión privada. En condiciones de restricción de oferta y/o anticipación racional de la política fiscal, el efecto de expulsión será al cien por cien, desplazándose un volumen de gasto privado equivalente al aumento del gasto público. En el caso, como se vio en algunos de los trabajos citados, de que el aumento del gasto público resultara contractivo, el desplazamiento del gasto privado sería claramente superior al cien por cien.

No es este, sin embargo, el tipo de efecto expulsión que queremos analizar en esta sección. Al considerar el gasto en infraestructura, según el tratamiento anteriormente analizado, un *input* más en la función de producción, lo que interesa es el grado de sustituibilidad entre el capital público y el capital privado en el proceso productivo y no la sustituibilidad de los correspondientes capítulos de gasto en la demanda agregada. Esta “versión de oferta” del efecto expulsión de la infraestructura evoca claramente el hecho de que muchos gastos de capital realizados por el sector público evitan, más que desplazan, gastos “equivalentes” por parte del sector privado, con dos efectos de oferta muy importantes.

Primero, liberan al sector privado de la necesidad de acometer inversiones capaces de provocar importantes externalidades con los consiguientes efectos de polizón e infradotación. En segundo lugar, permiten al sector privado dirigir su esfuerzo inversor contando con un entorno infraestructural que, en principio, eleva la productividad de la inversión privada y de los demás factores de producción.

Aschauer (1989c) ha tratado precisamente este caso de efecto expulsión por el lado de la oferta teniendo en cuenta las dos consideraciones anteriores. Como cabría esperar, encuentra que la inversión pública –no militar– es completamente sustitutiva de la inversión privada. Por otra parte, la productividad de la inversión privada aumenta, lo cual, a su vez, estimula esta última. El efecto neto tiende a ser positivo, dándose por lo tanto un caso de *crowding-in*. Sin duda, los datos agregados utilizados por Aschauer para los Estados Unidos entre 1952 y 1986 capturan también el efecto expulsión procedente del lado de la demanda de la economía, ya que no todo proyecto de inversión pública puede considerarse un sustituto, ni siquiera estricto, de un proyecto privado alternativo, considerados ambos como factores del proceso productivo. El autor no realiza intentos de corregir este sesgo. No obstante, sus resultados revelarían una conjunción de efectos de expulsión, tanto de oferta como de demanda, relativamente moderada.

Un reciente estudio para el caso español, siguiendo la metodología del trabajo citado de Aschauer, elaborado por Argimón, González-Páramo y Roldán (1994) obtiene también un resultado claro de *crowding-in* para el gasto público en formación de capital en España mientras que el gasto público corriente causa expulsión de la inversión privada. Los autores atribuyen el resultado al aumento de la productividad del capital privado provocado por el gasto público en formación de capital.

### 3. CRECIMIENTO ECONÓMICO E INFRAESTRUCTURAS

Si bien parece quedar razonablemente establecido que el gasto público, por encima de un cierto nivel, actúa en detrimento de la productividad y del crecimiento económico, los gastos productivos del sector público ejercerán efectos positivos por el lado de la oferta de la economía. La literatura sugiere que los gastos corrientes son menos productivos que los gastos de capital. Lo anterior nos coloca de lleno en el análisis del crecimiento y de sus determinantes. Entre estos últimos, además de la acumulación de factores productivos convencionales, identificada formalmente en la literatura desde Harrod (1939), surgen elementos institucionales, regulatorios o infraestructurales cada vez con más nitidez, aunque apenas se conozcan con precisión los canales por los que tales determinantes de nuevo cuño transmiten sus efectos hacia la tasa de crecimiento del producto o de la productividad de los factores.

De entre dichos determinantes, el mejor estudiado en la literatura reciente es el conjunto de infraestructuras con las que cuenta una economía y a su análisis se destina el grueso de esta sección. El papel de las infraestructuras no está, sin embargo, definitivamente establecido, a pesar de la variedad de definiciones, datos, especificaciones, técnicas econométricas, etc., empleadas en las distintas contribuciones sobre la cuestión. Subsisten problemas en los anteriores aspectos y, también, sobre la eventualidad de que se dé un fenómeno de causación inversa que hiciera de las infraestructuras la consecuencia de un proceso generalizado de crecimiento y desarrollo económico salpicado con cambios estructurales en la demografía y en los hábitos de los consumidores.

#### 3.1. *Determinantes del crecimiento económico*

En el algo más de medio siglo transcurrido desde la aparición del modelo de crecimiento económico de Harrod (1939) hasta la actualidad, la Teoría del crecimiento económico ha atravesado diversas etapas, siendo especialmente fructíferas las de las segundas mitades de los años cincuenta y de los ochenta, dominadas, respectivamente, por las contribuciones de Robert Solow y Paul Romer. En un reciente panorama sobre la evolución de la Teoría del crecimiento económico, Stern (1991) realiza un recuento que, de manera muy sintética, permite apreciar cómo la literatura ha ido desgranando los principales determinantes o fuentes del crecimiento:

- i) acumulación de capital y trabajo
- ii) I+D e innovación y aprendizaje
- iii) sistemas de gestión y organización de las empresas
- iv) organización y regulación de los mercados interiores y exteriores
- v) infraestructura física e institucional

Aparte de los intentos recientes por tratar el caso del capital humano y de las infraestructuras, la mayor parte de los determinantes citados han permanecido amalgamados en el llamado residuo de Solow, es decir, la parte del crecimiento del producto no debida directamente a la acumulación de capital privado ni de trabajo, obtenida según el cálculo estándar de la contabilidad del crecimiento a partir, por ejemplo, de una función de producción Cobb-Douglas.

En efecto, la función:

$$Y = A \cdot K^\alpha \cdot L^\beta \quad [6]$$

puede expresarse en tasas de crecimiento porcentual de  $Y$ ,  $A$ ,  $K$ , y  $L$ , obteniéndose:

$$g_y = g_a + \alpha \cdot g_k + \beta \cdot g_l \quad [7]$$

donde  $g$  son tasas de crecimiento. A partir de [7] pueden definirse

$$g_y - g_k = g_a + (\alpha - 1) g_k + \beta \cdot g_l \quad [8]$$

$$g_y - g_l = g_a + \alpha \cdot g_k + (\beta - 1) \cdot g_l \quad [9]$$

$$g_y - \alpha \cdot g_k - \beta \cdot g_l = g_a \quad [10]$$

como las tasas de crecimiento de, respectivamente, la productividad del capital, la productividad del trabajo y la productividad total de los factores. Esta última, designada por  $g_a$  en la expresión [7], y como "a", por lo general, en la literatura es lo que se conoce como residuo de Solow.

Las primeras estimaciones del residuo de Solow pronto revelaron que su elevado tamaño y significatividad exigían profundizar en las causas del crecimiento económico más allá del debido a la acumulación física de capital y trabajo. El progreso técnico exógeno, determinado o no por una tendencia, constituyó durante algún tiempo la mejor explicación del crecimiento económico no explicado, valga la redundancia. La insuficiencia de la misma resulta evidente al considerar todos los demás candidatos y, además, se ha visto definitivamente sancionada por los nuevos desarrollos sobre progreso técnico inducido.

El modelo de Solow generaba una serie de predicciones estilizadas sobre el proceso de crecimiento de las economías industrializadas que no siempre se han visto confirmadas por las observaciones. La consideración por separado de algunos de los factores anteriormente citados, presumiblemente amalgamados en " $g_a$ " en las expresiones anteriores, tal como hace Barro (1991), sería la vía para reconciliar, por ejemplo, la predicción del modelo neoclásico sobre la convergencia en renta per cápita de los países con la observación de que tal proceso apenas se da en la realidad. En efecto, Barro muestra cómo, una vez controlados factores tales como nivel de educación, institucionales, infraestructuras, etc., la tasa de crecimiento de un país está en relación inversa con su nivel de renta per cápita y la razón por la que los países desarrollados mantienen sus tasas de crecimiento, a pesar de su mayor renta per cápita, estriba en el efecto crecimiento de la acumulación de capital humano, capital infraestructural u otros estímulos institucionales.

Junto a estos esfuerzos para reconciliar predicciones y observación en torno a los "hechos estilizados" de la teoría neoclásica del crecimiento, trabajos como los de Anderson (1990) y De Long y Summers (1991, 1992) han establecido cierta evidencia sobre el papel crucial que juega la inversión en equipos en el proceso de crecimiento. De hecho, estos autores identifican un eficaz canal a través del cual se transmiten multitud de efectos, estrechamente ligado a la instalación de nuevos equipos, lo cual materializa el potencial de crecimiento contenido en desarrollos relativos al capital humano, institucionales, infraestructurales, etc., de manera que la rentabilidad social de la inversión en equipos es superior a su rentabilidad privada. Sin ser enteramente nueva, no obstante, la apreciación que estos autores hacen de sus propios hallazgos sí que puede hablarse de un mejor conocimiento sobre el papel de la inversión privada, a raíz de los mismos.

### 3.2. La transmisión de externalidades

La idea de que, junto al trabajo y al capital, muchos otros factores nada convencionales intervienen en el proceso productivo y, por lo tanto, determinan el curso de la productividad y el crecimiento, generando externalidades, recibe un tratamiento temprano en Meade (1952), donde se distingue entre factores productivos remunerados (como el capital y el trabajo empleados por una empresa cualquiera y afectos a su propia producción), no remunerados (“unpaid factors”, como las flores de las manzanas producidas por un productor independiente de otro que produce miel y en cuyo proceso las flores anteriores son cruciales) y factores de creación de un entorno favorable (“atmosphere”, como el incremento de la pluviosidad local del que se beneficia un cultivador de maíz cuando un explotador forestal independiente del anterior decide reforestar).

Los dos últimos casos, tomados textualmente de Meade (1952), es decir, los *inputs* no remunerados y los factores de entorno favorable, pueden considerarse conjuntamente con facilidad, además de extender la interacción entre productores considerada por Meade a otros tipos de agentes, como el sector público en la realización de infraestructuras.

En definitiva, muchas actividades de agentes públicos y privados representan un *input*, productivo o de entorno, no remunerado, en las actividades productivas corrientes. Tales externalidades pueden representarse formalmente mediante las expresiones:

$$Y_i = F_i(L_i, K_i, Z_{j \neq i}) \quad ; \quad i = 1 \dots, n \text{ agentes} \quad [11]$$

ó

$$Y_i = F_i(L_i, K_i) \cdot A(Z_{j \neq i}) \quad ; \quad i = 1 \dots, n \text{ agentes} \quad [12]$$

donde  $Z_i$  es un vector de actividades o decisiones de otros agentes. Sobre la función  $F(\cdot)$  pueden imponerse diferentes hipótesis de homogeneidad a la totalidad o parte de sus argumentos.

Como se comentó anteriormente, diversos trabajos [Anderson (1990), De Long y Summers (1991,1992)] atribuirían a  $K_i$  el papel de transmitir hacia  $Y_i$  los efectos externos derivados de las actividades o decisiones de los demás agentes. Otros autores han utilizado la función de costes, en vez de la producción, para estimar los efectos externos de las infraestructuras [Berndt y Hanson (1991), Nadiri y Mamuneas (1991), Morrison y Schwartz (1992)] o, dentro de formulaciones cercanas a [11] o [12], han enfatizado los efectos de localización, aglomeración y reforzamiento derivados de las decisiones de creación de infraestructuras [Quinet (1992)].

No hay que olvidar, sin embargo, que, junto a los efectos directos e indirectos derivados de los factores no convencionales –entre ellos, las infraestructuras– recogidos en la tasa de crecimiento del producto de la economía, se dan multitud de efectos no recogidos por este indicador y que, no obstante, forman parte de la función de utilidad de los individuos. La contabilidad del crecimiento, pues, difícilmente podrá captar estos últimos adecuadamente. En las secciones 4 y 5 se comentan estos aspectos con mayor detalle.

### 3.3. Productividad de los factores e infraestructuras

Dentro del marco general esbozado en los apartados anteriores sobre las fuentes no convencionales del crecimiento y los efectos externos que provocan

se acomodan, sin ninguna dificultad, las infraestructuras, que actúan de las dos maneras anteriormente descritas: bien como un factor –no pagado– de producción, bien contribuyendo a crear un entorno favorable a la actividad de los demás *inputs*, reforzando por lo tanto la productividad de estos últimos. Argumentos analíticos tempranos sobre el papel que el capital público desempeña en la economía pueden encontrarse en Arrow y Kurz (1970).

En un conocido trabajo, citado en buena parte de la literatura que se comenta en estas páginas, Aschauer (1989a) parte de una formulación como la de la expresión [11] y encuentra una fuerte relación positiva entre capital público y productividad, tanto del capital privado como del total. Previamente a este trabajo, otros autores habían encontrado, usando diversos enfoques, una relación positiva entre ambas magnitudes [Ratner (1983), Eberts (1986), Da Silva (1987), García Milá (1988)], pero la aparente nitidez del resultado de Aschauer, su simplicidad en el tratamiento y, sobre todo, la fuerte advertencia que el autor realiza, en ese y sucesivos trabajos [Aschauer (1989b, 1989c)], acerca de las negativas consecuencias derivadas del descuido de las autoridades estadounidenses en el proceso de acumulación del capital público, dieron a sus trabajos la repercusión que éstos han conocido posteriormente.

La formulación más difundida de la ecuación de Aschauer parte de una función de producción Cobb-Douglas ampliada en la que se toman logaritmos obteniéndose:

$$Y_t = A K_t^\alpha L_t^\beta KG_t^\gamma \quad [13]$$

$$y_t = a + \alpha k_t + \beta l_t + \gamma kg_t \quad [14]$$

donde las minúsculas representan los logaritmos naturales de las respectivas mayúsculas.

Aschauer impone  $\alpha + \beta = 1$  y  $\gamma > 0$ , es decir, atribuye al capital público (infraestructura y equipo), y, por extensión, a cualquier otro *input* no pagado, la propiedad de provocar rendimientos crecientes en el proceso productivo.

Una vez adaptada para la estimación econométrica y tomando como regresando el logaritmo de la productividad del capital privado ( $y-k$ ), Aschauer obtiene la expresión 1.1 de la tabla 1 de su trabajo de 1989a:

$$y_t - k_t = -2,42 + 0,008 t_t + 0,35 (l_t - k_t) + 0,39 (kg_t - k_t) + 0,43 cu_t \quad [15]$$

(-21,6)
(4,6)
(4,9)
(16,2)
(12,3)

$$R^2 \text{ (ajust.)} = 0,976; \text{ DW} = 1,79; \text{ Obs.} = 1949-85, \text{ EE.UU.}$$

en la que  $t_t$  es una tendencia temporal y  $cu_t$  representa una medida de utilización de capacidad.

En palabras del propio Aschauer, la ecuación anterior revela que “... un aumento de un 1% en la *ratio* entre el *stock* de capital público y el de capital privado aumenta la productividad del capital en un 0,39%”. De ahí su conclusión sobre la influencia que la desaceleración de la acumulación de capital público en los Estados Unidos ha podido tener sobre el descenso de la productividad.

La sencillez del análisis anterior ha llevado, sin duda, a muchos otros autores a tratar de replicar y/o contrastar los resultados de Aschauer. En efecto, bajo un prisma metodológico exigente, los datos agregados disponibles, las especificaciones, las propias técnicas de estimación, han suscitado en muchos otros trabajos la sospecha de que el “efecto Aschauer” responda a una relación espuria, a un

problema de causación inversa, etc. El propio Aschauer ha explorado estos problemas, anticipándose a posibles críticas, en los trabajos anteriormente citados, no encontrando evidencia convincente, en su opinión, de lo contrario.

Entre los numerosos trabajos que confirman el efecto Aschauer se encuentran los citados en el Cuadro 2. En dicho cuadro, se distingue entre aquellos que analizan el caso de países, regiones y ramas industriales y si la metodología utilizada ha consistido en la función de producción, la función de costes u otras. Las elasticidades que se ofrecen son comparables con la de la ecuación [15] procedente de Aschauer (1989a).

En general, la metodología utilizada es muy similar a la del trabajo original de Aschauer aunque abundan los trabajos que estudian los efectos de las infraestructuras a través de funciones de costes o de beneficios o incluso modelos multiecuacionales y, naturalmente, la aplicación de técnicas econométricas avanzadas. Así, basándose en la teoría de la dualidad, Nadiri y Mamuneas (1991), Berndt y Hansson (1991) y Morrison y Schwartz (1992), entre otros, han estimado funciones de costes en las que las infraestructuras representan beneficios para las empresas en forma de reducción de costes, tanto a nivel agregado como por ramas industriales o regiones [Deno (1988)]. Este enfoque permite, a la vez, determinar la infrautilización o sobreutilización de la infraestructura existente, así como niveles óptimos de dotación de infraestructura en relación a los costes de las empresas privadas. Los resultados favorables al "efecto Aschauer" obtenidos mediante la utilización de funciones de costes resultan ser inmunes a las críticas sobre causación inversa. La teoría de la dualidad proporciona pues, hasta la fecha, la metodología más robusta para el estudio de los efectos de la infraestructura.

También aquellos estudios en los que se utiliza un modelo simultáneo, como en Flores de Frutos, Gracia y Pérez (1994), confirman los resultados de Aschauer y a la vez permiten despejar los problemas de simultaneidad que para ciertos autores plantea la relación entre crecimiento e infraestructuras. En el caso del trabajo citado se detecta la existencia de relaciones dinámicas entre el PIB, el empleo, el capital (privados) y el capital público de manera que a lo largo del ciclo económico cada variable depende de la realización previa de las demás. El modelo presenta una única relación de equilibrio a largo plazo de las variables que cabe interpretar como una función de producción Cobb-Douglas ampliada al capital público en la que éste presenta una elasticidad de 0,21.

Por otra parte, algunos estudios ponen en cuestión la existencia de un efecto positivo de las infraestructuras sobre la productividad de los factores privados. Entre estos estudios, basados en la función de producción, pueden citarse los de Ford y Poret (1991), Rubin (1991), Tatom (1991a, 1991b, 1993), García -Milá, McGuiere y Porter (1993), Evans y Karras (1994).

El primero estima la función de producción ampliada para once países de la OCDE y concluye que, en general, el efecto Aschauer parece darse, con nitidez, solamente en los EE.UU. a partir de la segunda guerra mundial. En realidad sus resultados son mixtos, aunque en conjunto desfavorables al hallazgo de Aschauer, ya que sólo cinco de los once países considerados parecen registrar este último. Evans y Karras también estudian un panel de varios países utilizando especificaciones alternativas. Sus hallazgos llevan a un rechazo de la existencia del efecto Ashauer.

Rubin y Tatom, sin embargo, se ciñen al caso de los EE.UU. y al modelo de Aschauer, en el que introducen algunas modificaciones. Sin subsanarlos, Rubin

Cuadro 2: ESTUDIOS QUE CONFIRMAN EL "EFECTO ASCHAUER"

Autor	Elasticidad o efecto estimado	Ámbito	Metodología
Ratner (1883)	0,06	EE.UU. , sector privado, 1949-73	F.p. Cobb-Douglas ampliada
Eberts (1986)	0,07 a 0,03	EE.UU. , 38 Areas Metropolitanas, manufacturas, 1958-78	F.p. Cobb-Douglas ampliada
Costa, Ellson y Martin (1987)	0,19 a 0,26	EE.UU. , 48 Estados, 1972, cierto detalle por sector es productivos	Función de Valor Añadido translog
Deno (1988)	0,08 a 0,31	EE.UU. , 36 Areas Metropolitanas, manufacturas, 1970-78	Función de beneficio translog
Aschauer (1989a)	0,25 a 0,56	2 EE.UU. , sector privado, 1949-85	F.p. Cobb-Douglas ampliada
Aschauer (1989b)	0,34 a 0,59	Países del G7, 1966-85	F.p. Cobb-Douglas ampliada
Munnell (1990b)	0,31 a 0,41	EE.UU. , sector privado, 1949-87	F.p. Cobb-Douglas ampliada
Munnell (1990c)	0,06 a 0,15	EE.UU. , 48 Estados, 1970-86	F.p. Cobb-Douglas ampliada y translog
Berndt y Hansson (1991)	las infraest. reducen los costes variables	Suecia, sector privado y manufacturas, 1960-88	Función de costes variables
Nadiri y Mamuneas (1991)	-0,12 a -0,23 (elast . coste v.)	EE.UU. , doce sectores industriales, 1956-86	Función de costes variables
Eisner (1991)	-0,5 a 0,3	EE.UU. , 48 Estados, 1970-86	F.p. Cobb-Douglas ampliada y translog

**Cuadro 2: (Continuación)**  
**ESTUDIOS QUE CONFIRMAN EL "EFECTO ASCHAUER"**

Autor	Elasticidad o efecto estimado	Ámbito	Metodología
Morrison y Schwartz (1992)	las infraest. reducen los costes en todas las regiones	EE.UU. , 48 Estados agrupados en 4 grandes regiones, manufacturas 1970-87	Función de costes variables y medida de la Productividad Total de los Factores
Inglada (1992)	0,27	España, sector privado, 1964-88	F.p. Cobb-Douglas ampliada
Shah ( 1992)	-0,06 (elast . coste v.)	México , 226 industrias, 1970-87	Función translog de costes variables
García-Milà y McGuire (1992)	0,05 - 0,17	EE.UU. , 48 Estados, producción bruta, 1970-83	F.p. Cobb-Douglas ampliada
Lynde y Richmond (1992)	efecto positivo sobre la prod. del s. privado	EE.UU. , sector privado, 1958-89	Función translog de costes variables
Flores de Frutos y Pereira (1993)	las infraest. tienen efectos apreciables y duraderos s/ el output del sector privado	EE.UU. , sector privado, 1956-89	Modelo VARMA con output, empleo , capital privado y capital público
Lynde y Richmond (1993a )	las infraest. tienen efectos positivos s/producción y costes	R.U., manufacturas, datos trimestrales, 1966-1990	Función translog de costes y ecuación de productividad
Lynde y Richmond (1993b)	el 40% de la caída de la productividad puede explicarse por la disminución del ratio capital púb./ empleo	EE.UU. , sector privado, 1958-89	Función translog de beneficios

Cuadro 2: (Continuación)  
ESTUDIOS QUE CONFIRMAN EL "EFECTO ASCHAUER"

Autor	Elasticidad o efecto estimado	Ámbito	Metodología
Bajo-Rubio y Sosvilla-Rivero (1993)	0,19	España , sector privado, 1964-88	F.p. Cobb-Douglas ampliada y análisis de cointegración
Argimón <i>et al.</i> (1994)	0,11 - 0,71 con 0, 21 para las infraestructuras del conjunto de AA. PP.	España, sector privado, 1964-89	F.p. Cobb-Douglas ampliada y análisis de cointegración. Función de PTF
Mas <i>et al.</i> (1994)	0,18 - 0,32 el valor más elevado se obtiene cuando se consideran también las infraestructuras de las regiones adyacentes	España , 17 regiones 1980-1989	F.p. Cobb-Douglas ampliada
Flores de Frutos, Gracia y Pérez (1994)	0,21 en una ecuación de cointegración que puede interpretarse como una f. de p. Cobb-Douglas	España , sector privado, 1964-92	Modelo multi-ecuacional dinámico

(1991) alude a una serie de problemas estadísticos puestos de manifiesto en Jorgenson (1991) y que afectan fundamentalmente a la naturaleza agregada de los datos, destacando el hecho de que, debido a la influencia de factores demográficos y otros, las series agregadas presentan tendencias comunes que invalidan el análisis macroeconómico de la relación entre productividad e infraestructura. La evolución de la demografía y los cambios en la demanda parecen haber determinado la evolución del gasto en infraestructura, al menos en los EE.UU. [Rubin (1991), Tatom (1991a)], y su coincidencia con la evolución de la productividad harían de la relación entre productividad e infraestructuras una relación espuria. Tatom (1991b) encuentra que la inclusión de los precios de la energía en la ecuación de

productividad quita toda significación a las infraestructuras. En un trabajo más reciente [Tatom (1993)] presenta argumentos adicionales sobre la cualidad espuria de la relación entre productividad e infraestructuras.

Garcia-Milà, McGuire y Porter (1993) ilustran con datos regionales las consecuencias de tomar diferencias en las series utilizadas. La elasticidad del *output* regional respecto al capital público que obtienen no es significativamente diferente de cero cuando, sin diferenciar las series, obtenían resultados que confirmaban el “efecto Aschauer” [Garcia-Milà y McGuire (1992)]. La estimación con efectos fijos y variables por regiones introduce una novedad respecto a otros estudios que también se encuentra en Evans y Karras (1994).

Los estudios desagregados, por sectores industriales, presentan evidencia mezclada. Rubin (1991) encuentra que en sólo una de once ramas industriales se da el “efecto Aschauer”, aunque los estudios con funciones de costes revelan efectos favorables de la infraestructura a nivel sectorial [Mamuneas y Nadiri (1991)].

Flores de Frutos y Pereira (1993) critican el uso de modelos uniecuacionales basados en la función de producción o en la de costes, ya que con ello dejan de considerarse los efectos de *feed-back* que el capital público puede tener sobre el *output*. Utilizando un modelo multiecuacional estimado mediante técnicas multivariantes con datos para los EE.UU., encuentran que el capital público tiene un efecto duradero e intenso tanto sobre la producción como sobre los *inputs* privados. A su vez el capital público responde, como si existiera una regla de política en esta materia, a la evolución del *output* y de los *inputs* privados. Muestran, finalmente, que sus resultados sobre la productividad del capital público son compatibles con diferentes especificaciones de funciones de producción con o sin capital público, basadas en diferentes supuestos sobre las relaciones contemporáneas entre las variable incluidas. Ello les lleva recomendar precaución a la hora de interpretar los hallazgos de las metodologías convencionales. Un trabajo posterior de Flores de Frutos, Gracia y Pérez (1994) abunda en esta línea aportando, no obstante, evidencia favorable a la relación entre capital público y productividad.

Finalmente, existen diversos trabajos que, sin estar destinados a contrastar específicamente el “efecto Aschauer”, no encuentran evidencia firme del papel positivo del capital público, sobre el crecimiento de países [Barro (1991)], regiones [Hulten y Schwab (1987), Ventura (1990)] o sobre la productividad [De Long y Summers (1991, 1992)].

La literatura recién comentada ha tratado de dilucidar la existencia de un efecto positivo de las infraestructuras (o el capital público) sobre el *output*, la productividad de los factores privados y el crecimiento. Creemos que el balance es positivo en este sentido. Si bien los estudios con grupos de países no son especialmente favorables a la existencia de dicho efecto, los estudios de países, agregados, si lo son así como los regionales a pesar de que la elasticidad obtenida es menor que en el caso de estudios agregados, algo que se comentará en la sección 4. Lo mismo puede decirse de los estudios con datos sectoriales. Todos los estudios que han utilizado funciones de costes en vez de funciones de producción confirman el efecto Aschauer tanto agregado, por regiones o por sectores. Así como las metodologías alternativas a las dos recién citadas. Tampoco las críticas relativas a la causación inversa o la simultaneidad parecen confirmarse a medida que avanza la literatura. El propio Ashauer exploraba la cuestión en sus

trabajos sin encontrar evidencia, como tampoco la encuentran trabajos más recientes [(Bajo y Sosvilla (1994)]. Finalmente, los modelos multiecuaciones permiten establecer relaciones simultáneas dinámicas entre el crecimiento y las infraestructuras aunque en la relación de equilibrio a largo plazo que presentan dichos modelos se recupera claramente el "efecto Aschauer"

Los estudios realizados para el caso español merecen consideración específica. Todos ellos, ya mencionados, han sido publicados recientemente [Bajo y Sosvilla (1993), Argimón *et al.* (1994), Mas *et al.* (1994) y Flores de Frutos, Gracia y Pérez (1994)] y se basan en la metodología propuesta por Aschauer (1989a) excepto el último de los citados que, como ya se ha comentado, utiliza un modelo dinámico multiecuacional.

La variable utilizada como representativa del *stock* de capital público KG tiene, sin embargo, diferente origen en cada caso. Bajo y Sosvilla la toman de la base de datos del modelo MOISEES, elaborada mediante la fórmula del inventario permanente a partir de los datos de formación bruta de capital del sector público con una hipótesis de depreciación constante. Obtienen una elasticidad a largo plazo para el capital público de 0,19 significativa al 1%. No encuentran sesgo de simultaneidad ni se valida en su estudio la crítica de Tatom (1991b) sobre los *inputs* energéticos.

Argimón *et al.* prestan especial atención a las infraestructuras (transportes y comunicaciones) dentro del capital público utilizando series previamente elaboradas por dos de los autores [Argimón y Martín (1993)]. Estos autores encuentran una elasticidad sensiblemente superior del *output* respecto a las infraestructuras que la obtenida por Bajo y Sosvilla para el conjunto del capital público. Dicha elasticidad es de 0,6, superior también a la obtenida por Aschauer, en el caso de las infraestructuras dependientes del estado central, que desciende a 0,21 cuando se consideran las infraestructuras del conjunto de las administraciones públicas.

Mas *et al.* utilizan una variable de capital público productivo asimilable a la de infraestructuras de Argimón *et al.* Su origen es una elaboración propia de los datos de capital público por regiones españolas [Mas, Pérez y Uriel (1993)]. La elasticidad que obtienen, en una función de producción regional, para las infraestructuras es de 0,2. Dicha elasticidad aumenta a 0,3 cuando a la observación regional para las infraestructuras se le añade la de las regiones adyacentes. Ello revela la existencia de efectos de desbordamiento sobre los que se comentará en la sección 4.

Los resultados de los estudios recién mencionados para el caso español resultan confirmados a través de la relación de equilibrio a largo plazo del modelo dinámico simultáneo estimado por Flores de Frutos, Gracia y Pérez (1994).

Por todo lo expuesto puede apuntarse que la literatura científica en los diferentes países, a medida que mejore la disponibilidad de datos, se dirigirá hacia el análisis de los efectos de la infraestructura en regiones y sectores económicos utilizando metodologías alternativas a la función de producción, como puedan ser funciones de costes o modelos simultáneos que permitan describir y captar mejor las externalidades asociadas a las infraestructuras.

El análisis macroeconómico, a pesar de la evidencia en contrario, parece confirmar la existencia del efecto Aschauer agregado y a largo plazo, con reservas en lo que se refiere a los diferentes sectores económicos y regiones. También parecen darse relaciones simultáneas entre las macromagnitudes privadas y el capital público a corto y medio plazo.

Con arreglo a todo lo anterior es oportuna la recomendación que se desprende de algunos de los estudios citados [Rubin (1991), Ford y Poret (1991), Tatom (1991a)] previniendo contra los escasos resultados que cabría esperar de una política de infraestructuras generalizada que sólo persiguiera relanzar el crecimiento económico, al menos mientras no se disponga de evidencia más firme.

¿Como reconciliar la anterior recomendación con la fuerte advertencia lanzada por Aschauer sobre las consecuencias de relajar el pulso inversor del sector público? La respuesta sólo puede facilitárnosla el análisis aplicado, sectorial y regional, utilizando modelos y metodologías adecuadas. En efecto, allí donde la carencia de infraestructuras y/o el deterioro de las existentes sean manifiestos y, además, exista una demanda de sus servicios, las ganancias de productividad de los factores privados derivadas de la solución de estos estrangulamientos han de ser patentes, a la luz, incluso, de un análisis coste-beneficio *ex-ante*. De manera que, *ex post*, el análisis económico aplicado debería ser capaz de detectarlas, medirlas y determinar si existen márgenes adicionales de ganancias por explotar [Morrison y Schwartz (1992)].

En otras palabras, la sensata advertencia de autores como Rubin y Tatom no debe, sin embargo, tomarse como excusa para relajar el ritmo de inversión pública. Mientras los grandes efectos se dilucidan debe mantenerse la expansión y mejora de las infraestructuras, allí donde el análisis desagregado y microeconómico lo aconseje [Gramlich (1994)]. Los efectos sobre el crecimiento, derivados de esta estrategia, no serán despreciables [Munnell (1992)].

Por fin, los efectos de las infraestructuras no solamente se manifiestan en forma de externalidades en la producción. Los servicios de las mismas afectan directamente a los consumidores, usuarios directos de aquéllos y, por lo tanto, constituyen otros tantos argumentos de su función de utilidad. Los efectos diversos sobre el bienestar son tan importantes como los efectos sobre el crecimiento del producto per cápita, aunque apenas exista evidencia sobre los mismos [Grossman y Lucas (1974), Lindbeck y Weibull(1986)]. Este tipo de efectos han de ser estudiados por medio de modelos de equilibrio general en los que el capital público, o sus servicios, formen parte tanto de la función de producción, como de la función de utilidad de los consumidores. Las dificultades analíticas y empíricas de este enfoque son, sin embargo, evidentes.

#### 4. INFRAESTRUCTURAS Y DESARROLLO REGIONAL

##### 4.1. *Disparidades en la dotación de infraestructuras*

En un conocido trabajo, Biehl (1986), analiza las 168 regiones (nivel NUTS II) de la Europa de los Doce con referencia a los años 1980 y 1984. En él se aprecian claramente las grandes disparidades existentes, que revelan el largo camino que todavía ha de recorrer la U.E. para converger en lo económico y en lo social. Asimismo, se advierte que las mayores dotaciones en materia de infraestructuras corresponden a regiones altamente desarrolladas, densamente pobladas y céntricamente situadas, mientras que los valores más bajos los tienen las regiones menos desarrolladas, principalmente zonas rurales situadas en la periferia.

Una gran cantidad de informes recientes sobre la economía española hacen referencia a su situación desfavorable en materia de dotación de infraestructuras [véanse, entre otros, Folgado (1991), Ballesteros Pinto (1991) y Aguado y Jiménez (1992)]. La posición relativa de nuestro país conforme a dichos trabajos coincide

con los resultados ofrecidos por Biehl. En ellos se describen distintos indicadores y todos apuntan a un nivel insuficiente de infraestructuras en comparación con la U.E. y, por tanto, a la necesidad de superar esas deficiencias para establecer, al menos, las condiciones necesarias de convergencia real con nuestros socios comunitarios, tanto en lo económico como en lo social. No faltan, sin embargo trabajos en los que se advierte que las diferencias observadas en la dotación de infraestructuras por regiones desaparecen o incluso se invierten cuando dicha dotación se relativiza por superficie territorial, población, empleo o VAB [Mas, Pérez y Uriel (1993)].

La cuantificación realizada para las Comunidades Autónomas (CC.AA.) por Cutanda y Paricio (1992) –siguiendo la metodología de Biehl (1986)– revela importantes diferencias regionales en las dotaciones de capital público, tanto para los indicadores agregados como para los distintos componentes que los integran (véase cuadro 3). Junto a los diversos indicadores se presentan, como medidas de dispersión, el coeficiente de variación y el cociente máximo-mínimo entre la comunidad mejor y la peor dotadas. Este fenómeno reproduce, a una escala menor, lo que se observa en la U.E. Ello explica, en buena parte, el auge de la preocupación actual en nuestro país por la cuestión de la infraestructura, a raíz de los primeros estudios sobre la situación comunitaria.

Las diferencias entre CC.AA. son especialmente acusadas en el indicador económico y, dentro de éste, en la oferta de energía por contraposición con el abastecimiento de agua. Por su parte, el indicador social presenta rasgos más favorables que el económico en su distribución regional, prueba de la intensa labor redistributiva de los Presupuestos Generales del Estado. En conjunto, las comunidades caracterizadas por un nivel de desarrollo menor (Extremadura, Castilla-La Mancha, Galicia, Castilla-León, Andalucía y Murcia) tienen dotaciones de infraestructura deficientes, al tiempo que presentan bajas densidades de población, altas proporciones del empleo agrario en el total y bajos niveles de renta per cápita. La relación se invierte para las regiones con un mayor nivel de desarrollo (Madrid, Cataluña, País Vasco y, en menor medida, Baleares y la Comunidad Valenciana).

#### 4.2. Efectos sobre la renta regional

Existe un número considerable de estudios sobre los efectos de la infraestructura que relacionan diversas medidas del capital público –tanto en términos de *stocks* como de flujos– con indicadores de desarrollo económico regional; algunos de estos estudios ya se mencionaron en la sección 3. En la mayoría de ellos se pone de manifiesto que la infraestructura es un elemento fundamental en la explicación de las diferencias regionales en la renta, aunque no puede olvidarse el problema de “causación inversa” planteado en la sección 1.

Comenzando por los estudios en términos de *stocks*, Cutanda y Paricio (1992) obtienen un efecto positivo de los distintos indicadores de dotación de infraestructuras sobre la renta neta per cápita y, en especial, del indicador económico, por ser el más directamente relacionado con las actividades productivas. Biehl (1988) también aporta evidencia de una contribución importante sobre el PIB per cápita y el PIB por empleado. Asimismo, Deno y Eberts (1989) encuentran efectos positivos y estadísticamente significativos de la infraestructura pública sobre la renta personal disponible per cápita, mezclándose el elemento de demanda (tirón de ésta provocado por la realización de las infraestructuras) con el de oferta (factor no retribuido en la producción privada y que proporciona servicios a los consumidores).

Cuadro 3: INDICADORES GLOBALES Y POR CATEGORÍAS DE INFRAESTRUCTURAS

CC.AA.	Económico				Social		
	General	Global	Transporte	Oferta de Energía	Global	Sanidad	Centros de Asist. Social
Andalucía	103,24	92,22	126,62	67,97	111,94	88,86	136,35
Aragón	85,49	79,50	43,00	67,61	89,73	114,85	39,67
Asturias	96,29	117,26	119,55	155,06	81,47	101,12	28,17
Baleares	109,09	117,04	160,70	85,72	102,14	107,19	93,69
Canarias	83,31	100,56	139,03	54,60	70,98	108,80	28,34
Cantabria	83,97	99,62	125,42	66,12	72,56	99,47	19,40
Castilla-La Mancha	67,70	65,26	36,44	62,82	69,04	67,10	60,47
Castilla y León	93,20	74,70	59,32	57,14	110,16	101,62	69,84
Cataluña	153,83	147,51	129,29	213,96	157,56	123,98	289,17
Com. Valenciana	109,77	99,42	110,06	64,67	117,70	85,44	127,15
Extremadura	70,00	57,67	38,64	44,41	80,98	71,04	137,04
Galicia	90,63	85,97	119,59	78,89	92,11	79,32	108,18
Madrid	164,72	177,45	136,60	303,32	153,71	121,63	134,47
Murcia	83,03	69,93	60,84	39,40	94,36	92,33	44,10
Navarra	89,36	90,59	55,25	90,24	87,57	136,10	125,18
País Vasco	146,71	159,40	173,59	227,06	135,97	109,19	238,89
Rioja, La	69,66	65,90	66,05	21,02	72,00	91,96	19,90
Media nacional	100	100	100	100	100	100	100
Coef. de var.	0,28	0,33	0,44	0,76	0,27	0,18	0,74
Coef. máx.-mín.	2,43	3,08	4,76	14,43	2,28	2,03	14,90

Fuente: Cutanda y Paricio (1992) y elaboración propia.

Hulten y Schwab (1987) analizan las diferencias regionales en la productividad con el objeto de determinar si el plus de crecimiento asociado a la infraestructura pública se debe al incremento global en la productividad de los factores privados –tanto trabajo como capital– o al aumento en el atractivo de la región para dichos factores, cuyas dotaciones aumentan en la misma. Sus resultados indican que el mayor efecto se debe a las decisiones migratorias de los factores más que a los diferenciales de productividad de la empresa.

En este sentido, Eberts (1986) encuentra que, aún siendo la influencia de la inversión pública sobre la producción industrial relativamente pequeña, es muy necesaria para la expansión del sector industrial, debido a la complementariedad de ese factor productivo con el empleo. En un estudio posterior del mismo autor [Eberts (1990)] se confirma que el efecto del *stock* de capital público sobre la productividad regional es en sí mismo bastante limitado y, sin embargo, su incidencia sobre las tasas de crecimiento de los *inputs* privados es decisiva para explicar los diferenciales en el crecimiento regional.

Pasando al análisis en términos de flujos, Eberts y Fogarty (1987) estudian las relaciones entre inversión pública y privada, encontrando evidencia de que la primera precede a la segunda en una amplia mayoría de regiones. Este resultado atribuye a la infraestructura pública un papel muy efectivo como instrumento de política regional por su poder para atraer la iniciativa privada a las zonas en las que aquélla se localiza.

Mehay y Solnick (1990) se preocupan por la distribución geográfica de los gastos en defensa, ya que influyen positivamente sobre el crecimiento económico de los estados americanos. Además, los mayores efectos sobre el empleo industrial se asocian a los programas de inversión frente a los gastos corrientes, no teniendo estos últimos un impacto significativo sobre la renta personal.

No obstante, existen estudios que cuestionan la existencia de una relación positiva entre inversión pública y aceleración del desarrollo regional. En concreto, la evidencia aportada por Ventura (1990) no permite corroborar la tesis implícita en la política territorial de que una redistribución de recursos que favorezca a las regiones menos desarrolladas contribuirá a su crecimiento, ni siquiera la asignación que consiste en incrementar directamente la inversión pública.

Por su parte, Utrilla de la Hoz (1991) elabora índices de necesidad relativa de infraestructuras para valorar el efecto redistributivo del Fondo de Compensación Interterritorial (FCI), para después calcular la correlación existente entre los flujos financieros que provienen del mismo y las necesidades relativas de las inversiones a que dichos flujos van destinados. Su análisis pone de manifiesto un impacto negativo del F.C.I. de cara al desarrollo regional, debido al paulatino descenso en el grado de adecuación entre los recursos y las necesidades, y permite hablar de un diseño incorrecto de dicho Fondo.

Es interesante, de cara al desarrollo regional, el enfoque de Biehl (1988), que hace hincapié en el potencial de crecimiento de las infraestructuras o, dicho de otra forma, su papel como factores de potencialidad de dicho crecimiento. Según este autor, cuanto mejores sean el equipamiento infraestructural, en particular, y el equipamiento de factores de potencialidad, en general, más alta será la productividad potencial y mayor el atractivo de esas regiones para el capital privado y la mano de obra. Así mismo, el enfoque del potencial de desarrollo regional afirma que para que un país pueda reducir las disparidades en su distribución interregional de la renta ha de tener presente la *ratio* óptima que existe entre los elementos públicos y privados del capital total de una economía, tanto a escala nacional como regional. Esta consideración final se refleja en multitud de trabajos empíricos, como se vio en la sección 3.

Varios estudios ahondan en la efectividad de la infraestructura pública como instrumento de política regional. De Rooy (1978) señala, en un trabajo con medidas de renta, paro y pobreza, que si un programa de desarrollo tuviera una distribución de recursos óptima -eficiente- a nivel nacional cabría esperar que las diferencias en las elasticidades de tipos similares de inversión pública fueran mínimas (aunque habría pequeñas diferencias debidas a variaciones en los costes locales de proveer la infraestructura). Al obtener en su estudio elasticidades significativamente distintas por regiones, este autor concluye que es necesario un programa de desarrollo nacional centralizado, que distribuya los recursos en función de las comparaciones interestatales del potencial de las inversiones para el desarrollo y no se guíe por consideraciones de tipo político.

Corugedo *et al.* (1994) presentan evidencia de que las ayudas estructurales comunitarias han podido contribuir recientemente a la mejora de la distribución de la renta personal en las regiones españolas menos desarrolladas al tener una mayor influencia sobre el crecimiento de las rentas bajas y medias que sobre las rentas altas.

Hansen (1965), Mera (1973) y Looney y Frederiksen (1981) analizan la efectividad potencial de la infraestructura pública distinguiendo entre categorías de regiones –más o menos desarrolladas o con mayor o menor potencial de desarrollo– y obtienen considerables efectos diferenciales entre las mismas. En esta misma línea, el trabajo de Deno (1988) apoya la intuición de que el *stock* agregado de capital público tiene el mayor efecto en las regiones en declive –a través del incremento del empleo y de la renta personal–, ya que dichas regiones se caracterizan por tasas de paro relativamente mayores y niveles de renta personal menores. Este resultado, típico de la literatura sobre economía del desarrollo, evoca, no obstante, la necesidad de no descuidar la consolidación de los ejes “maduros” de desarrollo regional en un país dado.

Lo cierto es que los análisis anteriores prescinden de consideraciones normativas y parecen guiarse mayoritariamente por el criterio de eficiencia a la hora de diseñar y proponer programas de desarrollo en base a los efectos de las infraestructuras. Esta es la línea que se apunta en el trabajo de De Rooy (1978) y en la que se profundiza en otros trabajos ya mencionados. No obstante, para abordar, por ejemplo, el problema de una región relativamente atrasada y con escaso potencial de crecimiento sería necesario adoptar una perspectiva más amplia.

Cabe señalar que la literatura existente se circunscribe en exclusiva al estudio de las disparidades en la renta regional, lo cual no parece deseable. Para poder ofrecer una visión más ajustada de cara a la convergencia y a la superación de los desequilibrios económicos regionales convendría extender el análisis a otros indicadores de desarrollo. Una particularidad en el planteamiento recién mencionado consiste en la utilización del propio nivel de dotación de infraestructuras –o de parcelas del mismo– como indicador de desarrollo, aspecto que prácticamente no se ha introducido en los trabajos empíricos. La razón es que las infraestructuras proporcionan a los consumidores diversos servicios –cultura, medio ambiente, etc.– que se valoran en sí mismos y que inciden sobre el desarrollo en la medida en que también aumentan el nivel de bienestar de los individuos.

#### 4.3. El efecto Aschauer regional y los desbordamientos

Ya se vio en la sección 3 cómo la investigación acerca de los efectos de las infraestructuras sobre el crecimiento del *output* agregado desembocaba naturalmente en el análisis con datos regionales.

Sistemáticamente, la literatura que utiliza datos regionales para estimar la elasticidad del *output* respecto del capital público o de las infraestructuras obtiene valores inferiores a los del caso agregado aunque significativos [Munnell (1990c)], salvo algunas excepciones [Ventura (1990), Hulten y Schwab (1987)]. García-Milà, Mcguire y Porter (1993) descartan en un reciente trabajo aplicado al caso estadounidense que, bajo el supuesto de una función de producción Cobb-Douglas, las infraestructuras tengan algún efecto sobre el crecimiento del *output* regional. No solamente las elasticidades descienden cuando en un panel de datos regionales se controla por efectos fijos (regionales) sino que, al tomar primeras diferencias logarítmicas en las series, dichas elasticidades aparecen como no significativamente diferentes a cero. La diferenciación de las series logarítmicas exigiría,

sin embargo, la estimación de modelos con una estructura de retardos que capture la dinámica a corto plazo de la relación entre infraestructuras y *output*. Bajo y Sosvilla (1993) realizan contrastes de modelos de corrección de error con este propósito y sus resultados confirman las elasticidades obtenidas con especificaciones de largo plazo que utilizan series logarítmicas sin diferenciar.

En el caso español, las elasticidades agregadas obtenidas por Argimón *et al.* (1994), Bajo y Sosvilla (1993) y Flores de Frutos, Gracia y Pérez (1994), son similares a la obtenida mediante una ecuación regional por Mas *et al.* (1994).

Algunos autores interpretan la disminución de la elasticidad del *output* respecto de las infraestructuras cuando se usan datos regionales como evidencia de que una parte de los efectos beneficiosos de las infraestructuras se dispersan hacia otras regiones, es decir, la existencia de efectos de desbordamiento. Sin embargo, si la infraestructura existente en una región tiene efectos sobre el crecimiento del *output* en las demás regiones según infieren los autores que han obtenido mayores elasticidades a nivel agregado que a nivel regional, atribuyendo todos los efectos a dicha diferencia [García-Milà y McGuire (1992)], ¿por qué no habrían de tenerlos, sobre el *output* de una región cualquiera, las infraestructuras del resto de las regiones? La disminución de la elasticidad sería, en realidad, fruto de la incapacidad para medir dichos efectos de desbordamiento.

En Mas *et al.* (1994), ya citado, se calcula la elasticidad del *output* regional con respecto al capital público regional con una variante para esta última variable en la que se incluye el capital público de las regiones adyacentes geográficamente. Los resultados, elasticidades de, respectivamente, 0,2 y 0,3, muestran claramente que una parte de los efectos de las infraestructuras se deben al hecho de que constituyen una red en la cual los diferentes territorios entran en relación activa entre sí. En Corugedo *et al.* (1994) se introducen simultáneamente como regresores en la ecuación de *output* regional el capital público propio y el capital público de las regiones "adyacentes económicamente". La elasticidad del capital público propio es prácticamente nula, como en Ventura (1990), pero la del capital público de las regiones adyacentes es similar a la de Aschauer. Esta evidencia no solamente confirma la intuición sobre el efecto de red de las infraestructuras, sino que permite explicar la discrepancia entre las estimaciones agregadas y regionales de la elasticidad del capital público.

## 5. PROVISIÓN DE INFRAESTRUCTURAS Y SU REGULACIÓN

### 5.1. Provisión óptima de infraestructuras

Como se vió anteriormente, un cierto número de trabajos empíricos [Aschauer (1989b), Munnell (1990b), Ford y Poret (1991), entre otros] han identificado en las economías occidentales una tendencia al descenso en el crecimiento de la productividad. Esta evolución ha originado preocupación entre los economistas, por ser dicho crecimiento el principal determinante del incremento en los salarios reales y de la mejora en el nivel de vida.

Asimismo, existe en numerosas sociedades una creencia generalizada de que simultáneamente se ha producido, en la década de los ochenta, un retraso significativo en la renovación del *stock* de capital público. La literatura que se revisa en este trabajo se ha hecho eco de tal creencia para valorar la magnitud del retroceso así como el grado en el que éste puede constituir un factor explicativo del comportamiento de la productividad.

Dado que las infraestructuras tienen naturaleza de bien público (como ya se discutió en la sección 2), su provisión corresponde, en general, al sector público. Tal como señalan Arrow y Kurz (1970), el proceso de producción privado se ve favorablemente afectado —en el sentido de reducción de sus costes— por los servicios proporcionados por las infraestructuras. Se trata, pues, de un caso de externalidades positivas y se puede evaluar, en este caso, un rendimiento social de las mismas distinto al rendimiento privado, correspondiendo entonces al sector público la internalización del rendimiento diferencial.

De acuerdo con lo anterior, la determinación del nivel óptimo de infraestructuras se aborda, de forma natural, en el contexto de la teoría de la producción. En primer lugar, García-Milà y McGuire (1992) utilizan la condición de eficiencia (ingreso marginal=coste marginal) que se deriva de una función de producción clásica para determinar si los estados americanos eligen óptimamente sus niveles de inversión en carreteras y educación. Bajo el supuesto de que el precio del producto varía de forma homogénea en los distintos estados llegan a sugerir que los gastos en educación pueden estar por debajo de su nivel óptimo.

Como ya se comentó en el apartado 2.2., la teoría de la dualidad permite realizar un análisis más exhaustivo del comportamiento optimizador de las unidades productivas. De acuerdo con ella, se especifica una función de costes (variables o totales) dual a la función de producción, a partir de la cual se pueden obtener medidas del valor sombra del capital en infraestructuras —en términos de reducción de costes para las empresas privadas— y determinar la cantidad óptima del mismo que el sector público debe proveer. En este contexto existen estudios para distintos países que tratan de determinar patrones de infra o sobreinversión en relación al nivel óptimo o de infra o sobreutilización del *stock* de capital en infraestructuras.

Berndt y Hansson (1991) aportan evidencia de que el capital público en Suecia —tanto para el sector privado en su conjunto como sólo para la industria— estaba siendo infrutilizado en 1988, a pesar de que la magnitud del exceso se había ido reduciendo durante la década de los ochenta. Por su parte, Morrison y Schwartz (1992), con datos para los estados americanos, concluyen que el incremento del *stock* de infraestructuras tendría un impacto positivo sobre la eficiencia, es decir, que su nivel se halla por debajo del óptimo. Además, estos autores precisan que dicho incremento ha de ser superior al del producto en términos relativos, para que tal expansión tenga un efecto positivo sobre el crecimiento de la productividad.

García-Milà (1988) utiliza un marco más amplio —un modelo estocástico de equilibrio general— en el que el capital público se determina de forma exógena y no óptimamente en el problema del consumidor representativo junto con el consumo y la inversión privados. Se contrasta que el parámetro que mide el nivel de inversión pública como porcentaje del óptimo en la economía americana es inferior a la unidad, lo cual representa un patrón de infrainversión en infraestructura. Este trabajo supone, por tanto, un paso adicional respecto a los modelos recogidos en la sección 2 [véanse Barro (1990) y Peden (1991), entre otros], en la medida en que desciende al caso concreto de las infraestructuras en lugar de intentar determinar el tamaño óptimo del sector público en su conjunto.

Igualmente, utilizando un modelo de equilibrio general, González-Páramo (1994) analiza las implicaciones de la evidencia sobre el “efecto Aschauer” obtenida para el caso español. Su conclusión es que el *stock* de capital público español

a finales de los ochenta alcanza un nivel inferior al óptimo y que su aumento selectivo podría aumentar de forma permanente la productividad del trabajo, el consumo y el bienestar.

Biehl (1988), siguiendo el enfoque del potencial de desarrollo regional, analiza las desviaciones del PIB per cápita observado respecto a los valores estimados por la función de cuasi-producción. Su trabajo, referido a la totalidad de las regiones comunitarias, revela la situación de ineficiencia que afecta a la mayoría de ellas. En concreto, las regiones altamente desarrolladas suelen registrar una sobreutilización del *stock* de infraestructuras, frente a una infrutilización en aquellas regiones con un bajo nivel de desarrollo.

La impresión generalizada de que existe un déficit de infraestructuras, reforzada, como acabamos de exponer, por el análisis de la evolución de la productividad, admite, no obstante, una serie de matizaciones desde el análisis microeconómico.

Una característica relativamente común de las infraestructuras es su financiación pública y la gratuidad de utilización de sus servicios. Modalidades de financiación, precios de los servicios y demanda de los mismos por parte de los usuarios, están estrechamente ligados y lo que en muchas ocasiones parece ser escasez de infraestructuras puede ser, en realidad, un uso no eficiente de las mismas.

Algunos autores han comentado que los efectos positivos de las infraestructuras, observados en los análisis de series temporales, parecen disminuir con el tiempo [Nadiri y Mamuneas (1991)]. También parecen ser menores en regiones con mayor dotación de infraestructura [Deno (1988), Biehl (1988)]. Es muy probable que la congestión y el mal estado de muchas infraestructuras actualmente operativas limite seriamente las ventajas derivadas de las mismas, contribuyendo a reforzar la percepción de la existencia de un déficit de infraestructuras.

Considérense, sin embargo, los siguientes ejemplos: un trasvase de agua entre cuencas hidráulicas en el que la mitad del caudal se pierde por el mal estado de la conducciones, prácticas de riego ineficientes alimentadas en época de abundancia por la gratuidad del agua, carreteras congestionadas solamente en horas punta, etc. Estos y multitud de casos similares pueden perjudicar seriamente la productividad de los factores privados y crear la impresión de que la oferta de servicios de infraestructura es insuficiente y de que, consiguientemente, es necesario aumentar la capacidad a fin de multiplicar los efectos positivos de las infraestructuras. En realidad bastaría con reparar los desperfectos incurriendo en menores costes, regular la demanda de servicios sometiéndola a precios o a tasas por unidad de los mismos, etc.

Es bien conocido el fenómeno de que la ampliación de una infraestructura congestionada alivia temporalmente el problema, pero, a menos que se introduzcan mejoras en la gestión de la nueva capacidad resultante, la congestión acaba reproduciéndose a un mayor nivel que el inicial [Winston (1991), Downs (1962)]. Este fenómeno, conocido como la "Ley de Downs", determina un mecanismo de regulación del uso de las infraestructuras típicamente *malthusiano* y advierte sobre la necesidad de someter toda evidencia sobre insuficiencia de infraestructuras a un cuidadoso test microeconómico centrado en la siguiente pregunta: ¿es eficiente el uso actual de las infraestructuras existentes?

## 5.2. Financiación de las infraestructuras e imputación de precios al uso de sus servicios

En la medida en que los servicios prestados por las infraestructuras –sean gratuitos o no– estén debidamente racionados por otros mecanismos alternativos a los precios existirá un problema de uso ineficiente, lo cual constituye un “fallo del estado” que el mercado podría resolver.

Cada vez más, la noción de “política eficiente de infraestructuras” cobra mayor contenido gracias a los esfuerzos de investigadores preocupados por una interpretación simplista de la cuestión del “déficit de infraestructuras” [Winston (1990, 1991), Gramlich (1990, 1994), Gómez Ibáñez *et al.* (1990)]. Dentro de una política eficiente habría de considerarse los siguientes elementos:

- i) La decisión misma de aumentar la capacidad de las infraestructuras.
- ii) La financiación privada, pública o mixta de las nuevas infraestructuras.
- iii) El establecimiento de precios o tasas para los usuarios de los servicios.
- iv) La privatización y/o regulación de las infraestructuras existentes o de las futuras.

Analícemos, a continuación cada uno de ellos.

### Aumentar la capacidad de las infraestructuras

Cuando se conoce con precisión la función de costes de una infraestructura importante, en la que intervienen no solamente la capacidad de la misma sino también cuestiones tales como duración, tecnología de gestión asociada, etc., es posible planificar su realización o establecer el patrón de mantenimiento de la misma, alterando con ello considerablemente el balance coste/beneficio respecto a una situación en la que las anteriores características se establecen sin criterios óptimos.

Por ejemplo, la capacidad y duración (grueso del pavimento) de una autopista deben extenderse hasta el punto en que el beneficio marginal derivado de ampliar ambas dimensiones se iguale a su coste marginal [Winston 1990, 1991]. Este autor estima que, en algunos casos en los EE.UU., los beneficios anuales derivados de ciertas operaciones de renovación viaria podrían superar, en un factor de diez, a su coste anualizado.

### Financiación privada o pública

La realización de un proyecto de infraestructura puede comportar un balance de rentabilidades, privada y social, cambiante según la naturaleza de la misma. A tenor de ello, la financiación podrá ser privada, pública o mixta. Claramente, no sería aconsejable que el sector público acometiera un proyecto de infraestructura si éste careciera de rentabilidad privada y social. Si presentara el segundo tipo de rentabilidad, careciendo del primero, el sector público debería intervenir. Si presentara ambos, tanto el sector privado como el público podrían hacerlo y, finalmente, si el proyecto sólo tuviera rentabilidad privada debería serle encomendado a la iniciativa privada.

### Cargas de usuario

Este es un elemento clave para la identificación de la demanda de los servicios de las infraestructuras en muchos casos concretos. Peajes por congestión, cargas por intensidad de uso, etc., servirían para internalizar una buena parte de la brecha existente entre el coste privado y el social de los servicios de las

infraestructuras, permitiendo, igualmente, adecuar la capacidad a la demanda, la recuperación de las inversiones y mantenimiento en buen estado operacional de las infraestructuras existentes. Este es quizás, por otra parte, el elemento más complicado de dilucidar en toda política eficiente de infraestructuras, dada la diversa naturaleza de los efectos externos provocados, el ámbito territorial en el que éstos se hacen sentir, etc.

Nótese que la imputación generalizada de precios a los servicios de las infraestructuras permitiría internalizar los efectos externos que éstas provocan en el proceso de crecimiento, convirtiéndolas en un factor de producción remunerado equiparable a los demás *inputs* productivos privados, susceptibles de acumulación con criterios de óptimo y, por lo tanto, fuente convencional del crecimiento económico.

### Privatización y regulación

Muchas infraestructuras, actualmente en uso, podrían ser explotadas por el sector privado a fin de estimular un mantenimiento y uso óptimos, racionalizar su expansión, etc. La privatización de las infraestructuras, tanto las ya existentes como las futuras adiciones al *stock*, presenta también numerosos problemas dado el balance de grupos ganadores y perdedores en el proceso [Gómez Ibáñez, *et al.* (1990)] y, sobre todo, requiere un cuidadoso análisis, caso por caso, en el que se exploren las ganancias reales de eficiencia que cabe esperar, ya que éste es el argumento generalmente esgrimido a favor de la privatización, dado el riesgo de provocar la monopolización de ciertos servicios por parte de la iniciativa privada.

Cuando, en cualquier "mercado" de servicios de infraestructura, se combinan las ganancias potenciales de eficiencia con el grado de competencia en la provisión de dichos servicios que la privatización o la regulación traerían consigo frente a la realización pública de dichas infraestructuras, surgen una serie de actuaciones tipo de la política eficiente de infraestructuras [Gómez Ibáñez *et al.* (1990)]. En particular, si tanto el margen de eficiencia como el de competencia son escasos, la privatización no es deseable. Si ambos son importantes, la privatización es deseable, acompañada, si acaso, de regulación de tarifas. Cuando sólo existe margen de eficiencia, la privatización es también deseable, pero la regulación del sector ha de ser intensa para lograr que las ganancias de eficiencia vayan a los consumidores. Cuando, por fin, sólo existe margen de competencia, la privatización será probablemente inviable.

## 6. CONCLUSIÓN

Las infraestructuras, claramente insertas en el ámbito de la política del sector público, proporcionan un excelente campo de experimentación para el diseño de políticas eficientes de gasto público. Como se ha visto, tanto el tamaño del sector público como el del *stock* de capital público tienen límites dictados por la naturaleza de su aportación al proceso general de crecimiento y desarrollo económicos de una sociedad. A la vez, la mayor parte de las economías desarrolladas se enfrentan a la necesidad de ampliar y/o renovar sus dotaciones de infraestructura para reforzar el avance de la productividad, estimular la acumulación de otros *inputs* privados, colmar las necesidades de regiones menos desarrolladas o replantear la oferta de servicios públicos tras décadas de intenso cambio económico y social.

El trabajo reciente de los economistas en esta materia ha abierto la puerta a nuevos desarrollos que debieran permitir, en un futuro próximo, conocer mejor cómo se transmite el efecto positivo de las infraestructuras, desde los núcleos sectoriales o territoriales donde las mismas comienzan a ejercer dichos efectos hasta los “extremos” de la tupida, y a la vez sutil, red de relaciones económicas que articulan lo que llamamos una economía. Desde este conocimiento podrá dotarse a las actuaciones en infraestructura de la naturaleza estratégica que hoy, en multitud de casos, les falta, multiplicando, de esta forma, sus efectos u obteniéndolos con un menor coste.

Frente a la demanda de sus servicios, no condicionada en la actualidad en general por sus precios relativos, el gobierno, cualquiera que sea su jurisdicción territorial, tiene la obligación de estudiar detenidamente y proponer, en cada caso, esquemas de precios o cuasi-precios que racionalicen aquélla, permitiendo medir el déficit realmente existente, y que alivien o distribuyan mejor en el tiempo y en el espacio la carga financiera que los grandes proyectos entrañan.

El relativo énfasis que este trabajo ha puesto sobre los estudios recientes dedicados a la relación entre capital público, productividad y crecimiento no debe hacer olvidar al lector la existencia de una larga tradición, entre los economistas, de preocupación teórica y aplicada por la evaluación de proyectos. Puede que haya llegado la hora de integrar ambas líneas en una síntesis que favorecerá, sin duda, a una de las más importantes actividades de asignación de recursos acometidas por el sector público en toda economía.



#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguado, M.J. y Jiménez, M. (1992): “La inversión pública en infraestructura y el Programa de Convergencia”, *Cuadernos de Actualidad. Hacienda Pública Española* 5/1992, Año III.
- Anderson, D. (1990): “Investment and economic growth”, *World Development* 18(8), Agosto, págs. 1057-1079.
- Argimón, I.; González-Páramo, J.M.; Martín, M.J. y J.M. Roldán (1994): “Productividad e infraestructuras en la economía española”, *Moneda y Crédito*, n.º 198, 1994.
- Argimón, I, J.M. González-Páramo y J.M. Roldán (1994): “Inversión privada, gasto público y efecto expulsión: evidencia para el caso español”, Banco de España, Servicio de Estudios, D.T. n.º 9424.
- Argimón, K. y Martín, M.J. (1993): “Series de stock de infraestructuras del Estado y de las Administraciones Públicas en España”, Documento de Trabajo EC/1993/7, Banco de España.
- Arrow, F.J. (1962): “The economic implications of learning by doing”, *Review of Economic Studies* 29, págs. 155-173.
- Arrow, K.J. y Kurz, M. (1970): “Public investment, the rate of return, and optimal fiscal policy”, Johns Hopkins Press, Baltimore.
- Aschauer, D.A. (1989a): “Is public expenditure productive?”, *Journal of Monetary Economics* 23, Marzo, págs. 177-200.
- Aschauer, D.A. (1989b): “Public investment and productivity growth in the Group of Seven”, Federal Reserve Bank of Chicago, *Economic Perspectives* 13, págs. 17-25.
- Aschauer, D.A. (1989c): “Does public capital crowds out private capital?”, *Journal of Monetary Economics* 24, Septiembre, págs. 171-188.

- Bajo, O. y Sosvilla, S. (1993): "Does public capital affect private sector performance? An analysis of the Spanish case, 1964-1988", *Economic Modelling*, Vol. 10, N.º 3, Julio, págs. 179-185.
- Ballesteros, J.F. (1991): "El gasto público en infraestructuras", *Cuadernos de Actualidad, Hacienda Pública Española* 9/1991, Año II.
- Barro, R.J. (1990): "Government spending in a simple model of endogenous growth", *Journal of Political Economy* 98(5), 2.ª parte, Octubre, págs. 103-126.
- Barro, R.J. (1991): "Economic growth in a cross section of countries", *Quarterly Journal of Economics* 106(2), Mayo, págs. 407-43.
- Berndt, E.R. y Hansson, B. (1991): "Measuring the contribution of public infrastructure capital in Sweden", NBER, Documento de Trabajo N.º 3842, Septiembre.
- Biehl, D. (ed.) (1986): *The contribution of infrastructure to regional development*, Area de Política Regional, Comisión de las Comunidades Europeas.
- Biehl, D. (1988): "Infraestructuras y desarrollo regional", *Papeles de Economía Española* 35, págs. 293-310.
- Bosch, A. y Escribano, C. (1988): "Las necesidades de gastos de las Comunidades Autónomas", En *Cinco estudios sobre la financiación autonómica*, Instituto de Estudios Fiscales.
- Corugedo I., et al. (1994): "Efectos del M.A.C. 1989-93 sobre el crecimiento y la distribución de la renta regional" en Herce, J. A. (Coord.) *Evaluación del Marco del Marco de Apoyo Comunitario 1989-1993*, Vol. II, FEDEA, 1994.
- Costa, J. da Silva; Ellson, R.W. y Martín, R.C. (1987): "Public capital, regional output and development: some empirical evidence", *Journal of Regional Science* 27, págs. 419-437.
- Cutanda, A. y Paricio, J. (1992): "Crecimiento económico y desigualdades regionales: el impacto de la infraestructura", *Papeles de Economía Española* 51, págs. 83-101.
- De Long, J.B. y Summers, L.H. (1991): "Equipment investment and economic growth", *Quarterly Journal of Economics* 106(2), Mayo, págs. 445-502.
- De Long, J.B. y Summers, L.H. (1992): "Equipment investment and economic growth: How strong in the nexus?", *Brooking Papers on Economic Activity* 2:1992, págs. 157-211.
- De Rooy, J (1978): "Productivity of social overhead capital: north-south comparison", *Review of Business and Economic Research* 14, págs. 45-59.
- Denison, E.F. (1974): *Accounting for U.S. economic growth, 1929-69*. The Brookings Institution, Washington.
- Deno, K.T. (1988): "The effect of public capital on U.S. manufacturing activity: 1970 to 1978", *Southern Economic Journal* 55(2), págs. 400-411.
- Deno, K.T. y Eberts, R. (1989): "Public infrastructure and regional economic development: a simultaneous equations approach", Federal Reserve Bank of Cleveland, Documento de Trabajo N.º 8909.
- Diamond, J. (1989): "Government expenditure and economic growth: an empirical investigation", *Finance of Development* 27(4), Diciembre, págs. 34-36.
- Diamond, J. (1990): "Fiscal indicators for economic growth: An illusory search?", FMI, Documento de Trabajo 90/76, Agosto.
- Diewert, W.E. (1986): "The measurement of the economic benefits of infrastructure services", *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems* N.º 278, Springer-Verlag, Berlín.
- Downs, A. (1962): "The law of peak-hour expressway congestion", *Traffic Quarterly* 16, Julio, p. 393.
- Eberts, R. (1986): "Estimating the contribution of urban public infrastructure to regional growth", Federal Reserve Bank of Cleveland, Documento de Trabajo N.º 8610, Diciembre.
- Eberts, R. (1990): "Cross-sectional analysis of public infrastructure and regional productivity growth", Federal Reserve Bank of Cleveland, Documento de Trabajo N.º 9004.

- Eberts, R. y Fogarty, M. (1987): "Estimating the relationship between local public and private investment" (o "The role of public investment in regional economic development"), Federal Reserve Bank of Cleveland, Documento de Trabajo N.º 8703.
- Eisner, R. (1991): "Infrastructure and regional economic performance: Comment", *New England Economic Review*, September/October 1991, págs. 47-58.
- Evans, P. y G. Karras (1994): "Is Government capital productive? Evidence from a panel of seven countries", *Journal of Macroeconomics*, Vol. 16, n.º. 2, Spring 1994.
- Flores De Frutos, R., M. Gracia y T. Pérez (1994): "Effects of public investment in infrastructure on the Spanish economy", ICAE, D.T. n.º 9404.
- Flores De Frutos, R. y Pereira, A.M. (1993): "Public capital and aggregate growth in the United States: is public capital productive?", Discussion Paper 93-31, U. of California San Diego, Julio 1993.
- Folgado, J. (1991): "Las infraestructuras españolas ante el Mercado Unico Europeo", *Papeles de Economía Española* 48, págs. 124-133.
- Ford, R. y Poret, P. (1991): "Infrastructure and private sector productivity", *OECD Economic Studies* 17, págs. 63-89.
- García-Milà, T. (1988): "Government purchases and real output: an empirical analysis and equilibrium model with public capital", Universidad Autónoma de Barcelona, Documentos de Discusión N.º 93.88. (Posteriormente aparecido como "Un modelo dinámico con capital público y su estimación por simulación", *Investigaciones Económicas* 14(3), Septiembre, págs. 369-83).
- García-Milà, T. y McGuire, T. (1992): "The contribution of publicly provided inputs to states' economies", *Regional Science and Urban Economics*, 22(2), 1992
- García-Milà, T., T. McGuire y R. H. Porter (1993): "The Effect of public capital in State-level production functions reconsidered", U. Pompeu Fabra, EWP n.º 36, febrero 1993.
- Gómez-Ibañez, J.A.; Meyer, J.R. y Luberoff, D.E. (1990): "What are the prospects for privatizing infrastructure? Lessons from U.S. roads and solid waste", En Munnell, A.H. (ed.), *Is there a shortfall in public capital investment?*, Federal Reserve Bank of Boston, Conference Series 34, págs. 143-182.
- González-Páramo, J.M. (1994): "Infraestructuras, productividad y bienestar", Universidad Complutense de Madrid, mimeo.
- Gramlich, E.M. (1990): "How should public infrastructure be financed?", En Munnell, A.H. (ed.), *Is there a shortfall in public capital investment?*, Federal Reserve Bank of Boston, Conference Series 34, págs. 223-245.
- Gramlich, E.M. (1994): "Infrastructure investment: A review essay", *Journal of Economic Literature*, Vol. XXXII, n.º 3, September 1994.
- Grossman, H.I. y Lucas, R.F. (1974): "The macroeconomic effects of productive public expenditures", The Manchester School of Economic and Social Studies, N.º 2, Junio, págs. 162-170.
- Hansen, N. (1965): "Unbalanced growth and regional development", *Western Economic Journal*, Vol. 4.
- Hansson, B. (1991): "Construction of Swedish capital stocks, 1963-1988: An application of the Hulten-Wyckoff studies", Capítulo 4 de Tesis Doctoral, Universidad de Uppsala, Marzo.
- Harrod, R.F. (1939): "An essay in dynamic theory", *Economic Journal*, 49, págs. 14-33.
- Holtz-Eakin, D. (1992): "Private sector productivity and the productivity puzzle", NBER, Documento de Trabajo N.º 4122.
- Holtz-Eakin, D. (1993): "State-specific estimates of state and local government capital", *Regional Science and Urban Economics* 23, págs. 185-209.
- Hulten, C.R. y Schwab, R.M. (1987): "Income originating in the state and local sector". NBER, Documento de Trabajo N.º. 2314.
- Inglada, V. (1992): "Infraestructuras, actividad económica y competitividad en la economía española: Una panorámica cuantitativa", Mimeo

- Jorgenson, D.W. (1991): "Fragile statistical foundation: The macroeconomics of public infrastructure investment – Comment on Hulten and Schwab", Presentado en el American Enterprise Institute, 4 de Febrero, 1991.
- Kaldor, N. (1957): "A model of economic growth", *Economic Journal* 67, págs. 591-624.
- Kay, J.; Manning, A. y Szymanski, S. (1989): "The Channel Tunnel", *Economic Policy*, Abril, págs. 212-234.
- Levy, D.M. y Terleckyj, N.E. (1983): "Effects of government R&D on private R&D investment and productivity: a macroeconomic analysis", *The Bell Journal of Economics* 14, págs. 551-561.
- Lindbeck, A. y Weibull, J.W. (1986): "Welfare effects of alternative forms of public spending", Institute for International Economic Studies, Documento de Trabajo N.º 352, Universidad de Estocolmo.
- Looney, R. y Frederiksen, P. (1981): "The regional impact of infrastructure investment in Mexico", *Regional Studies*, vol. 15, N.º 4, págs. 285-96.
- Lucas, R.E. (1988): "On the mechanics of economic development", *Journal of Monetary Economics* 22, págs. 3-42.
- Lynde, C. y J. Richmond (1992): "The role of public capital in production", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. LXXIV(1), fall 1992, págs. 37-44.
- Lynde, C. y J. Richmond (1993a): "Public capital and long-run costs in U.K. manufacturing", *Economic Journal*, 103, págs. 880-893.
- Lynde, C. y J. Richmond (1993b): "Public capital and total factor productivity", *International Economic Review*, 34, May 1993, págs. 401-414
- Lloyd, M.G. y Rowan-Robinson, J. (1988): *Land development and the infrastructure lottery*. T&T Clark, Edimburgo.
- Mao, C.S. (1990): "The macroeconomic effects of government spending", *Federal Reserve Bank of Richmond Economic Review* 76(5), Septiembre/Octubre, págs. 27-37.
- Mas, M., Pérez, F. y Uriel, E. (1993): "Estimación de las dotaciones del capital público en España". Mimeo, IVIE.
- Mas, M., J. Maudos, F. Perez y E. Uriel (1994): "Capital público y productividad en las regiones españolas", *Moneda y Crédito*, n.º 198, 1994.
- Meade (1952): "External economies and diseconomies in a competitive situation", *Economic Journal* 62, Marzo, págs. 54-67.
- M.E.H. (1993): "Elaboración de la metodología para la evaluación de los Marcos de Apoyo Comunitarios 1989-1993 de las regiones objetivo número 1". Dirección General de Planificación del Ministerio de Economía y Hacienda.
- Mehay, S.L. y Solnick, L.M. (1990): "Defense spending and state economic growth", *Journal of Regional Science* 30(4), Noviembre, págs. 477-87.
- Mera, K. (1973): "Regional production function and social overhead capital: an analysis of the Japanese case", *Regional and Urban Economics*, vol. 3, N.º 2.
- Morrison, C.J. y Schwartz, A.E. (1992): "State infrastructure and productive performance". NBER, Documento de Trabajo N.º 3981.
- Munnell, A.H. (1990a): *Is there a shortfall in public capital investment? Proceedings of a conference held at Harwich Port, Massachusetts, Junio 1990*, Federal Reserve Bank of Boston, Conference Series 34, 249 pp.
- Munnell, A.H. (1990b): "Why has productivity growth declined? Productivity and public investment", *New England Economic Review*, Federal Reserve Bank of Boston, Enero/Febrero, págs. 3-22.
- Munnell, A.H. (1990c): "How does public infrastructure affect regional economic performance?", En Munnell, A.H. (ed.), *Is there a shortfall in public capital investment?*, Federal Reserve Bank of Boston, Conference Series 34, págs. 69-103 (o en *New England Economic Review*, Federal Reserve Bank of Boston, Septiembre/Octubre, págs. 11-32).
- Munnell, A. H. (1992): "Infrastructure investment and productivity growth", *Journal of Economic Perspectives* 6(4), Otoño, págs. 189-198.

- Munnell, A.H. y Pereira, A.M. (1993): "Public Capital and Aggregate growth in the United States", Universidad Complutense de Madrid, Mimeo.
- Nadiri, M.I. y Mamuneas, T.P. (1991): "The effects of public infrastructure and R&D capital on the cost structure and performance of U.S. manufacturing industries", NBER, Documento de Trabajo N.º 3887.
- Nieves, J.A. y Piñero, J.M. (1991): "Las infraestructuras del transporte en las Comunidades Autónomas", Dirección General de Planificación del Ministerio de Economía y Hacienda, Septiembre.
- Peden, E.A. (1991): "Productivity in the United States and its relationship to government activity: an analysis of 57 years, 1929-1986", *Public Choice* 69(2), Febrero, págs. 153-73.
- Quinet, E. (1992): *Infraestructure de transport et croissance*, Economica, Paris.
- Ratner, J.B. (1983): "Government capital and the production function for U.S. private output", *Economic Letters* 13, págs. 213-217.
- Romer, P.M. (1986): "Increasing returns and long-run growth", *Journal of Political Economy* 94, págs. 1002-1037.
- Romer, P.M. (1989): "Capital accumulation in the theory of long-run growth", En Barro, R. (ed.), *Modern Macroeconomics*, Harvard University Press.
- Romer, P.M. (1990): "Endogenous technical change", *Journal of Political Economy*.
- Rubin, L. (1991): "Productivity and the public capital: another look", Comité de Gobernadores de la Reserva Federal, N.º 118, Washington.
- Ruiz-Castillo, J. y Sebastián, C. (1988): "El sistema de financiación autonómica: críticas y alternativas", en *Cinco estudios sobre la financiación autonómica*, Instituto de Estudios Fiscales.
- Shah, A. (1992): "Dynamics of public infrastructure, industrial productivity and profitability", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. LXXIV(1), págs. 28-36.
- Shell, K. (1973): "Incentive activity, industrial organization and economic growth", En Mirrlees, J.A. y Stern, N.H. (eds.), *Models of Economic growth*, Londres.
- Sheshinski, F. (1967): "Optimal accumulation with learning by doing", En Shell, K. (eds.), *Essays on the Theory of optimal growth*, MIT Press.
- Solow, R. (1956): "A contribution to the theory of economic growth", *Quarterly Journal of Economics* 70, págs. 65-94.
- Solow, R. (1957): "Technical change and the aggregate production functions", *Review of Economics and Statistics* 39, págs. 312-320.
- Stern, N. (1991): "The determinants of economic growth", *Economic Journal* 101(404), Enero, págs. 122-133.
- Tatom, J.A. (1991a): "Should government spending on capital goods be raised?", Federal Reserve Bank of St. Louis, *Review* 73(2), Marzo/Abril, págs. 3-15.
- Tatom, J.A. (1991b): "Public capital and private sector performance", Federal Reserve Bank of St. Louis, *Review* 73(3), Mayo/Junio, págs. 3-15.
- Tatom, J.A. (1993): "Is an infrastructure crisis lowering the nations productivity?", *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, November/December.
- Utrilla De La Hoz, A. (1991): "Los indicadores de necesidad de infraestructuras y el efecto redistributivo del Fondo de Compensación Interterritorial", Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Documento de Trabajo N.º 9121.
- Uzawa, H. (1965): "Optimum technical change in an aggregative model of economic growth", *International Economic Review* 6, págs. 18-31.
- Ventura, E. (1990): "L'eficacia de la inversión pública com a promotora del desenvolupament regional", Documento de Trabajo A 14, Instituto de Análisis Económico, Barcelona.
- Winston, C.M. (1990): "How efficient is current infrastructure spending and pricing?". En Munnell, A.H. (ed.), *Is there a shortfall in public capital investment?*, Federal Reserve Bank of Boston, Conference Series 34, págs. 183-222.

Winston, C.M. (1991): "Efficient transportation infrastructure policy", *Journal of Economic Perspectives* 5(1), págs. 113-127.

*Fecha de recepción del original: Enero, 1994*

*Versión final: Diciembre, 1994*

#### ABSTRACT

In the late 1980's, a series of studies analyzing the effects of public capital gave shape to an explanation of the productivity decline observed in the developed nations, formulated with particular success by David Aschauer (1989a) and later strongly defended by Alice Munnell (1990a). Since then, many other contributions have given support to, or denied, Aschauer's original findings and have qualified them in many ways. This paper reviews these contributions, integrating the intense debate that has since taken place in the wider context of the Government's economic activity and the process of economic growth. It also considers that part of the literature in which microeconomic aspects appear to be the key to the many questions related to the efficient use of the infrastructure question which have not been answered by macroeconomic, sectorial or regional analyses.

*Keywords:* public capital, infrastructure, growth, regional development.