

INFRAESTRUCTURAS Y CRECIMIENTO REGIONAL EN ESPAÑA DIEZ AÑOS DESPUÉS

**Matilde Mas
Joaquín Maudos**

Universitat de Valencia e Ivie

Correspondencia:

Universitat de València
Departamento de Análisis Económico
Edificio departamental oriental
Avda. de los Naranjos, s/n; 46022 Valencia
Tel: 34.96.382.82.46 / Email: matilde.mas@uv.es, joaquin.maudos@uv.es

Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (Ivie)
c/ Guardia Civil, 22, Esc. 2, 46020 Valencia
Tel: 34.96.393.08.16

*Este estudio se ha llevado a cabo en el marco de los programas de investigación SEC2001-2950 y SEC2002-03375 del Ministerio de Ciencia y Tecnología-FEDER, y del programa CTIDIB/2002/209 de la Generalitat Valenciana.

1. Introducción

En 1989 Aschauer publicó en la prestigiosa revista *Journal of Monetary Economics* un trabajo de gran influencia posterior en el que analizó la importancia que el capital público tiene en la explicación de la ralentización del crecimiento de la productividad de la economía estadounidense. En concreto, a partir de la estimación de una función de producción Cobb-Douglas, Aschauer obtuvo una elasticidad de las infraestructuras públicas a escala nacional de 0,39, siendo las infraestructuras básicas las que mostraban una relación más estrechas con la productividad.

Posterioros trabajos (Munnell, 1990; Deno, 1991; Deno y Eberts, 1991, Eisner, 1991; García-Mila y McGuire, 1992, entre otros) han reforzado, aunque con matizaciones, los resultados obtenidos por Aschauer confirmando la importancia de las infraestructuras en la explicación de las ganancias de productividad. El alcance de estos trabajos se circunscribía al análisis de un país o estado, donde a partir de datos de serie temporal, en unos casos, o de carácter transversal, en otros, el valor de la producción se regresaba frente a indicadores representativos del *stock* de capital privado, del volumen de empleo así como del *stock* de capital público. En general, todos estos trabajos matizaron la elasticidad estimada por Aschauer obteniendo elasticidades sustancialmente más reducidas (inferiores al 10%) conforme aumentaba el grado de desagregación geográfica (estados o áreas metropolitanas).

En la reciente literatura a nivel internacional, han aparecido algunos trabajos que han obtenido resultados que contradicen la hipótesis, hasta entonces ampliamente aceptada, que las inversiones en infraestructuras públicas favorecían siempre altas tasas de crecimiento económico. Evans y Karras (1994), Holtz-Eakin (1994), Holtz-Eakin y Schwartz (1995) y Holtz-Eakin y Lovely (1996) apenas encuentran evidencia acerca de la existencia de los denominados efectos *spillover* provocados por las infraestructuras públicas. La principal crítica de estos trabajos se centra en que los trabajos que no tienen en cuenta la potencial endogeneidad del capital público pueden conducir a resultados erróneos. Después de todo, las regiones más productivas podrían fácilmente ser las que más gastan en inversiones en nuevas infraestructuras.

Para la economía española, diversos trabajos (ver cuadro 1) han obtenido resultados bastantes dispares en términos de la elasticidad correspondiente al capital público. Los primeros trabajos (Bajo y Sosvilla, 1993; Argimón et al. 1994; González-Páramo, 1995) se centraron en el ámbito nacional. La publicación por la Fundación BBVA en el año 1995 de las series regionales de *stock* de capital público y privado

permitió analizar el impacto del capital público sobre el crecimiento de la economía española tanto a nivel nacional como regional/provincial.

Numerosos han sido los investigadores que han utilizado estas series, pudiendo contabilizarse más de doscientos trabajos publicados haciendo uso de estas informaciones. En el cuadro 1 se recogen algunos de los que han analizado la importancia de las infraestructuras a partir, mayoritariamente, de la estimación de funciones de producción utilizando los datos de *stock* proporcionados por la Fundación BBVA (Mas et al., 1994 y 1996; De la Fuente y Vives, 1995; Goerlich y Mas, 2001) obteniéndose un efecto positivo del capital público sobre la productividad.

La estimación de modelos VAR (vectores autorregresivos) y funciones impulso-respuesta aplicados a la economía española también ha mostrado la importancia de las infraestructuras tanto escala nacional (Flores de Frutos et al., 1998; y Pereira y Roca, 2001) como regional (Pereira y Roca-Sagalés). De igual forma, utilizando la aproximación dual mediante la estimación de una función de costes, Boscá et al. (1999 y 2002), Avilés et al. (2001), y Moreno et al. (2002) también han analizado la importancia de las infraestructuras en las regiones españolas. Así, Boscá et al. (2002) concluyen que una política dirigida al crecimiento y mejora de las infraestructuras públicas beneficia al sector industrial. Avilés et al. (2001) muestran que la formación de capital público mejora la competitividad en la medida en la que permite reducir los costes de producción, si bien los beneficios del capital público varían considerablemente entre sectores industriales. Finalmente, Moreno et al. (2002) analizan el efecto de las infraestructuras sobre los costes de producción, sugiriendo sus resultados que las manufacturas no se benefician de reducciones de costes conforme crece el capital público.

Como se ha dicho, la mayoría de los trabajos referidos a la economía española han utilizado las series proporcionadas por la Fundación BBVA en cuatro ediciones (disponibles en la actualidad en www.fbbva.es) y elaboradas siguiendo la metodología previa de la OCDE (OCDE, 1993; y Ward, 1976)). Sin embargo, como resultado de las aportaciones realizadas por el denominado *grupo de Canberra*, la OCDE revisó en el año 2001 la metodología que hasta entonces había recomendado. Las nuevas aportaciones aparecen recogidas en dos manuales de este organismo (OCDE, 2001a, b). En el origen de la revisión metodológica se encuentra el interés por distinguir entre dos conceptos de capital: el capital *riqueza*, asimilable al capital neto estimado en la actualidad por Fundación BBVA/Ivie, y el capital *productivo* (y su concepto asociado, el *valor de los servicios del capital*). El interés por distinguir entre estos conceptos es

Cuadro 1. Trabajos publicados en revistas académicas sobre la importancia del capital público en la economía española

Autores	Desagregación	Sector	Periodo	Definición de capital público	Fuente de información para el capital público	Aproximación	Elasticidad estimada
Mas et al. (1994)	Regional (17 CCAA)	Privado	1980-89	Total, productivo, y social	FBVVA-Ivie	F. producción	Capital productivo: 0,23; capital social: 0,06; spillovers: 0,31
De la Fuente y Vives (1995)	Regional (17 CCAA)	Privado	1981-90	Productivo	FBVVA-Ivie y fuentes adicionales	F. producción	0,14
Mas et al. (1996)	Regional (17 CCAA)	Privado	1964-91	Total, productivo y social	FBVVA-Ivie	F. producción	Capital total: 0,07; capital productivo: 0,086; capital social: -0,02; spillovers: 0,14
Boscá et al. (1999)	Regional (17 CCAA)	Industrial	1980-93	Productivo	BDMORES	F. costes	Elasticidad-output: 0,01; elasticidad-coste: -0,012
Gorostiaga (1999)	Regional (17 CCAA)	Total Economía	1969-1991	Inversión pública productiva	FBVVA-Ivie	Ecuación de convergencia	0.03/0.021
Goerlich and Mas (2001)	Regional (50 provincias)	Privado	1965-96	Productivo	FBVVA-Ivie	F. producción	0.02
Avilés et al. (2001)	Regional	Industrial	1980-91	Productivo (“core public infrastructures stock”)	FBVVA-Ivie	F costes	Elasticidad-output: 0,24
Boscá et al. (2002)	Regional (17 CCAA)	Privado	1980-93	Productivo	BD.MORES	F. costes	Elasticidad output: 0,026 (corto plazo); 0,035 (largo plazo)
Moreno et al. (2002)	Regional (15 CCAA)	Industrial	1980-91	Productivo (“basic public capital”)	FBVVA-Ivie	F. costes	Elasticidad-coste: 0,027 (corto plazo); 0,029 (largo plazo)
Pereira y Roca (2003)	Regional (17 CCAA)	Privado	1970-95	Infraestructuras en transportes y comunicaciones	FBVVA-Ivie	VAR	0.523 (elasticidad acumulada a nivel nacional; diversos valores para cada región)
Bajo y Sosvilla (1993)	Nacional	Privado	1964-88	Total	MOISEES	F producción	0,19
Argimón et al. (1994)	Nacional	Privado	1964-89	Infraestructuras públicas en transportes y comunicaciones	Argimón y Martín (1993)	F. producción	0,11-0,71
González-Páramo (1995)	Nacional	Privado	1964-89 1966-89	Diferentes definiciones	Diferentes fuentes	F. producción	0,21-0,61
Flores de Frutos, Gracia y Pérez (1998)	Nacional and Regional (17 CCAA)	Privado	1964-92	Capital público en infraestructuras (transportes y comunicaciones)	Argimón y Martín (1993)	VAR	0.21; efecto total a largo plazo: 2.8 (función impulso-respuesta)
Pereira y Roca (2001)	Nacional	Privado	1970-73	Infraestructuras de transporte y comunicaciones	Argimón y Martín (1993)	VAR	0.52 (elasticidad acumulada a nivel nacional; varios valores para cada sector)

porque existe acuerdo en que sólo los *servicios del capital* son relevantes en el análisis de la productividad.

Por esta razón, la Fundación BBVA y el Ivie han iniciado un proyecto de investigación destinado a ofrecer estimaciones basadas en la nueva metodología de la OCDE. En la actualidad se dispone de estimaciones para el periodo 1986-2001 referidas al total nacional. La agenda de trabajo contempla extender las series nacionales al periodo 1964-2002 en el año 2003 considerando también la desagregación por ramas productivas. En el año 2004 se procederá a completar las series con la desagregación regional y provincial.

A pesar de que en la actualidad no se dispone de desagregación territorial de la información, resulta de interés estimar el impacto de las infraestructuras a escala nacional de acuerdo con las nuevas series. Además, al estar las nuevas estimaciones elaboradas en base a los distintos tipos de activos, y no en funciones (capital público) o sectores (capital privado) como las previas, es posible comparar el impacto de las infraestructuras en el crecimiento con otras formas de capital que han recibido en los últimos años una gran atención, las *Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)*.

Con estos referentes, los objetivos del trabajo son los siguientes. En primer lugar, actualizar las estimaciones del impacto de las infraestructuras sobre el crecimiento utilizando las informaciones recientemente publicadas por la Fundación BBVA. De esta forma se ofrece la evidencia empírica más de diez años después de la aparición del trabajo pionero de Aschauer y diez años después de que se publicaran los primeros trabajos referidos a la economía española.

Las estimaciones realizadas por Fundación BBVA/Ivie permiten en este momento cubrir un periodo de más de tres décadas (en concreto, de 1965 a 1998), actualizando de esta forma los estudios disponibles aplicados al caso español. En el trabajo se ofrecen estimaciones de la importancia del capital público tanto a nivel de comunidad autónoma como de provincia, permitiendo de esta forma constatar la importancia de los efectos *spillover* asociados al capital público -mediante la comparación de las elasticidades estimadas en los dos ámbitos geográficos.

En segundo lugar, la disponibilidad de series nacionales de acuerdo con la nueva metodología de la OCDE permitirá contrastar hasta qué punto cambia nuestra visión del impacto de las infraestructuras sobre el crecimiento cuando se utilizan los nuevos conceptos de capital *productivo* y *servicios del capital*, en lugar del capital neto

(riqueza) utilizado hasta el momento. Adicionalmente, las nuevas estimaciones permitirán también comparar el impacto de las infraestructuras con otras fuentes relevantes del crecimiento económico recientemente destacadas por la literatura, las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC).

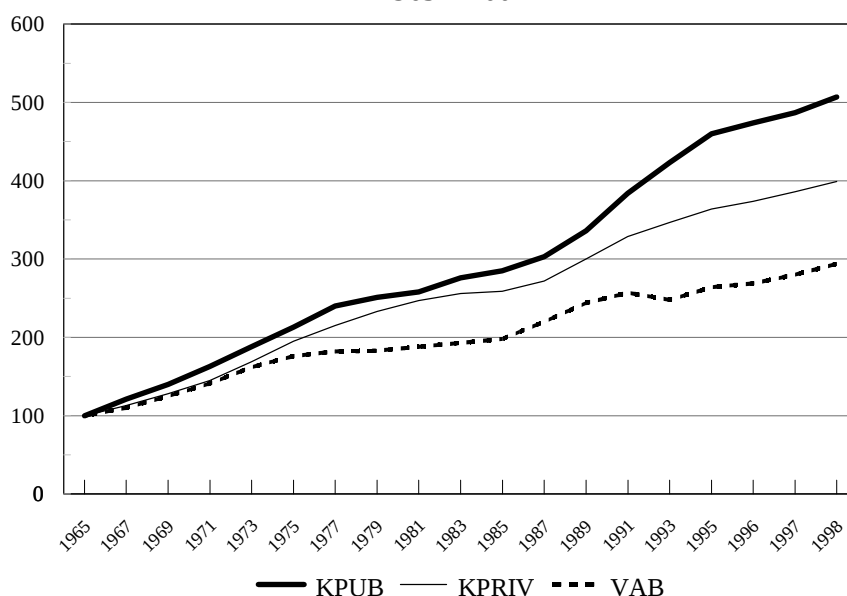
Con estos objetivos, la estructura del trabajo es la siguiente. En el apartado 2 se realiza un análisis descriptivo de la evolución de las infraestructuras públicas en las regiones españolas en el periodo 1965-1998 basándose en las series publicadas hasta el momento de *stock* de capital neto. El apartado 3 estima la importancia cuantitativa de las infraestructuras en el comportamiento de la productividad de las regiones y provincias españolas en el periodo 1965-1998. En el apartado 4 se resume la nueva metodología de la OCDE destinada a estimar los nuevos conceptos de capital productivo y servicios del capital (en lugar del capital neto/riqueza) utilizada hasta el momento) y se ofrecen los resultados de su aplicación a nivel agregado en España para el periodo 1986-2001. Finalmente, el apartado 5 contiene las conclusiones el trabajo.

2. El stock de capital neto (riqueza) público en España

En este apartado y el siguiente nos centramos en las dotaciones de capital público productivo en España estimado de acuerdo con la metodología previa de la OCDE. Dicho *stock* de capital está constituido por las siguientes funciones: carreteras, autopistas, infraestructuras hidráulicas, estructuras urbanas, puertos, aeropuertos y ferrocarriles.

El gráfico 1 permite observar la evolución de las infraestructuras productivas en España desde 1965 hasta 1998 en relación al capital privado no residencial y al VAB privado (excluyendo alquileres). Para ello se iguala a 100 el valor de las variables en el año inicial. El gráfico pone de manifiesto el importante proceso de capitalización de la economía española experimentado en los años analizados con una tasa de crecimiento del capital público productivo y del capital privado no residencial superior a la tasa de crecimiento del VAB. Así, en las más de tres décadas analizadas, mientras que el VAB privado real de la economía española se ha multiplicado por 2,9, el capital privado no residencial se ha multiplicado por 4, llegando hasta el 5,1 en el caso de las infraestructuras públicas. La evolución en el tiempo muestra un comportamiento muy marcado por el ciclo económico, con un crecimiento en los subperiodos 1965-75 y 1989-98 superior al correspondiente al periodo de crisis 1975-85.

Gráfico 1.
Capitalización de la economía española
 1965 = 100



Fuente: FBBVA - Ivie

El cuadro 2 muestra las diferencias entre comunidades autónomas en la dotación de capital público utilizando para ello la ratio infraestructuras/VAB privado. En este cuadro se observa que dicha ratio ha crecido en el periodo analizado, pasando de un valor de 0,23 en 1965 a 0,39 en 1998. Por regiones, en todas ha aumentado el porcentaje que el *stock* de capital público productivo representa con respecto al VAB, siendo las regiones del norte de España (País Vasco, Cantabria y Asturias) las que han experimentado las mayores tasas de crecimiento en dicha ratio, contrastando sus elevados valores con el más que modesto 0,05% de la Comunidad Valenciana. Se aprecia que, en general, las regiones más ricas (Baleares, Madrid, Cataluña) son las que presentan una ratio inferior a la media nacional, siendo la ratio de las más pobres superior a dicha media, con la notable excepción de Galicia. Si además observamos los datos correspondientes a la desviación típica que se presentan en la última fila del cuadro, las desigualdades en la relación infraestructuras/VAB han aumentando sólo ligeramente a lo largo de los 35 años analizados. No obstante, como muestra el gráfico 2, se pueden distinguir tres etapas diferencias en la evolución de la σ -convergencia: un primer subperiodo de divergencia hasta 1975; un subperiodo de convergencia hasta 1985; y un subperiodo de continúa divergencia hasta 1998.

En términos de la relación capital público/empleo (cuadro 3), la ratio correspondiente a España ha crecido a una tasa del 1,8% anual entre 1965 y 1998. Por regiones, existe un gran de variación que oscila (en 1998) entre un valor máximo de

4,65 millones de ptas. constantes (base 1995) por trabajador en La Rioja y un valor mínimo de 0,04 millones en Galicia. Como muestra la evolución de la desviación típica, las desigualdades regionales se han acentuado a lo largo del periodo analizado en mayor medida que con relación al VAB, siendo el patrón de comportamiento relativamente similar al comentado en el párrafo anterior.

Para terminar este recorrido descriptivo, es de interés analizar la evolución de la importancia relativa de las infraestructuras en relación con el capital privado (excluido el residencial). A este respecto, el cuadro 4 muestra cómo dicha ratio ha crecido en el periodo considerado (pasando de 0,21 en 1965 a 0,26 en 1998) como consecuencia del más intenso proceso de capitalización en infraestructuras que en capital privado. Por regiones, el ritmo de crecimiento de las infraestructuras no siempre ha sido superior al correspondiente al capital privado como muestra el caso de Aragón, Baleares, Castilla La-Mancha, Castilla-León, la Comunidad Valenciana y Ceuta y Melilla. Nuevamente, las regiones del norte de España (Cantabria, País Vasco y Asturias) son las que experimentan un proceso de capitalización en infraestructuras más intenso que el del capital privado. Finalmente, también en esta ratio las desigualdades se han acentuado ligeramente a lo largo del tiempo, detectándose los subperiodos de comportamiento diferencial anteriormente comentados.

Cuadro 2.

Relación Capital público productivo / VAB privado (sin alquileres)

	1965	1975	1985	1995	1998	t.c. anual
Andalucía	0,26	0,31	0,37	0,56	0,53	2,23%
Aragón	0,46	0,48	0,52	0,49	0,49	0,19%
Asturias (Principado de)	0,24	0,28	0,37	0,56	0,59	2,72%
Balears (Illes)	0,18	0,17	0,16	0,21	0,21	0,49%
Canarias	0,22	0,30	0,32	0,35	0,35	1,42%
Cantabria	0,24	0,23	0,30	0,52	0,53	2,47%
Castilla-La Mancha	0,45	0,47	0,52	0,68	0,66	1,18%
Castilla y León	0,45	0,45	0,49	0,54	0,54	0,53%
Cataluña	0,14	0,21	0,23	0,26	0,26	1,99%
Comunidad Valenciana	0,11	0,08	0,09	0,12	0,11	0,05%
Extremadura	0,77	0,81	1,08	1,39	1,46	1,96%
Galicia	0,04	0,03	0,09	0,07	0,06	1,66%
Madrid (Comunidad de)	0,10	0,16	0,18	0,20	0,21	2,35%
Murcia (Región de)	0,19	0,21	0,30	0,42	0,41	2,44%
Navarra (Com. Foral de)	0,36	0,34	0,42	0,45	0,43	0,60%
País Vasco	0,14	0,21	0,33	0,39	0,37	2,89%
La Rioja	2,00	3,34	3,61	4,14	4,08	2,18%
Ceuta y Melilla	0,51	0,42	0,44	0,54	0,58	0,36%
TOTAL	0,23	0,27	0,32	0,39	0,39	1,66%
Desv. típ. Ln	0,87	0,94	0,85	0,88	0,90	0,10%

Fuente: FBBVA - Ivie

Cuadro 3.**Relación capital público productivo / trabajo privado (millones de ptas. por trabajador)**

	1965	1975	1985	1995	1998	t.c. anual
Andalucía	0,24	0,28	0,34	0,41	0,46	2,02%
Aragón	0,50	0,58	0,65	0,70	0,74	1,24%
Asturias (Principado de)	0,27	0,34	0,40	0,44	0,49	1,83%
Balears (Illes)	0,23	0,27	0,27	0,30	0,32	0,94%
Canarias	0,23	0,29	0,36	0,41	0,47	2,20%
Cantabria	0,26	0,29	0,31	0,34	0,37	1,05%
Castilla-La Mancha	0,35	0,42	0,44	0,51	0,60	1,63%
Castilla y León	0,40	0,46	0,50	0,56	0,62	1,36%
Cataluña	0,20	0,26	0,31	0,36	0,44	2,40%
Comunidad Valenciana	0,13	0,14	0,15	0,16	0,16	0,73%
Extremadura	0,53	0,65	0,69	0,74	0,83	1,35%
Galicia	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	1,04%
Madrid (Comunidad de)	0,17	0,22	0,26	0,33	0,37	2,37%
Murcia (Región de)	0,19	0,21	0,22	0,24	0,26	1,05%
Navarra (Com. Foral de)	0,42	0,45	0,45	0,45	0,48	0,39%
País Vasco	0,22	0,28	0,33	0,41	0,49	2,40%
La Rioja	2,14	2,60	3,05	3,73	4,65	2,38%
Ceuta y Melilla	0,67	0,70	0,74	0,75	0,80	0,52%
TOTAL	0,26	0,31	0,35	0,40	0,46	1,81%
Desv. Típ. Ln	0,84	0,85	0,86	0,88	0,91	0,23%

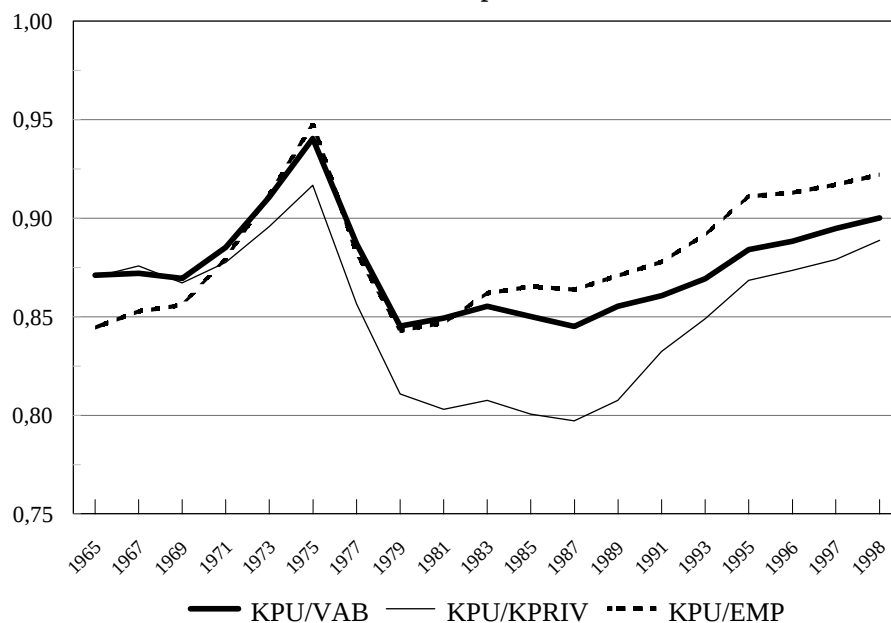
Fuente: FBBVA - Ivie

Cuadro 4.**Relación Capital público productivo / Capital privado (sin residencial)**

	1965	1975	1985	1995	1998	t.c. anual
Andalucía	0,25	0,25	0,27	0,37	0,36	1,04%
Aragón	0,35	0,33	0,32	0,29	0,31	-0,38%
Asturias (Principado de)	0,17	0,18	0,22	0,30	0,32	1,91%
Balears (Illes)	0,18	0,12	0,12	0,13	0,14	-0,71%
Canarias	0,21	0,25	0,25	0,24	0,24	0,37%
Cantabria	0,12	0,12	0,16	0,29	0,30	2,82%
Castilla-La Mancha	0,39	0,33	0,27	0,37	0,37	-0,18%
Castilla y León	0,34	0,29	0,25	0,30	0,31	-0,26%
Cataluña	0,14	0,20	0,17	0,19	0,19	0,99%
Comunidad Valenciana	0,13	0,08	0,07	0,09	0,08	-1,46%
Extremadura	0,69	0,50	0,46	0,69	0,78	0,38%
Galicia	0,03	0,02	0,06	0,04	0,04	0,91%
Madrid (Comunidad de)	0,14	0,19	0,19	0,17	0,17	0,65%
Murcia (Región de)	0,16	0,16	0,23	0,30	0,27	1,67%
Navarra (Com. Foral de)	0,28	0,26	0,31	0,29	0,29	0,08%
País Vasco	0,09	0,14	0,19	0,24	0,23	2,89%
La Rioja	1,91	2,70	2,73	3,22	3,22	1,59%
Ceuta y Melilla	0,44	0,33	0,26	0,28	0,30	-1,08%
TOTAL	0,21	0,23	0,23	0,26	0,26	0,73%
Desv. Típ. Ln	0,87	0,92	0,80	0,87	0,89	0,06%

Fuente: FBBVA - Ivie

Gráfico 2.
Sigma-Convergencia en Infraestructuras
 Desviación típica del Ln



Fuente: FBBVA - Ivie

3. Infraestructuras y productividad en las regiones y provincias españolas

La aproximación más comúnmente utilizada para analizar la importancia del capital público es la estimación econométrica de una función producción en la que, además de los *inputs* privados capital y trabajo, se introduce explícitamente el *stock* de capital como un *input* más en la función de producción. Esta estimación es posible cuando se dispone de un número suficiente de observaciones de serie temporal, como es el caso de las series publicadas en la actualidad por la Fundación BBVA. Además, la disponibilidad de series de corte transversal, para regiones y provincias, permite la utilización de técnicas de panel.

Como es habitual en otros trabajos, supondremos que la tecnología subyacente a la función de producción es del tipo Cobb Douglas. El objetivo principal de esta aproximación será obtener la elasticidad del *output* respecto al capital público en infraestructuras así como su signo y significatividad.

La función de producción para las regiones españolas extendida con capital público es la siguiente:

$$Y_{it} = A_{it} L_{it}^{\alpha} K_{it}^{\beta} G_{it}^{\gamma} \quad (1)$$

donde:

Y_{it} = producción privada (VAB) – excluidos alquileres- de la región i en el año t .
Fuente: FBBVA (vv.aa)

L_{it} = empleo privado – excluidos alquileres- de la región i en el año t . Fuente: FBBVA (vv.aa)

K_{it} = stock de capital privado productivo – excluido residencial- de la región i en el año t . Fuente: FBBVA/Ivie (2002).

G_{it} = stock de capital público de la región i en el año t . Fuente: FBBVA/Ivie (2002).

$A_{it} = \exp(\lambda_i + \eta_t + u_{it})$ es un índice de eficiencia o productividad que mide el desplazamiento de la función de producción con el transcurso del tiempo. Depende de factores fijos inobservables propios de cada región (λ_i) y de elementos diferentes en el tiempo y comunes a todas las regiones (η_t); u_{it} es la perturbación aleatoria.

α , β y γ representan, respectivamente, las elasticidades del *output* respecto al trabajo, *stock* de capital privado y *stock* de capital público en infraestructuras.

La suma de las elasticidades estimadas indica el tipo de rendimientos a escala implícitos en la función de producción. La condición $\alpha + \beta + \gamma = 1$ implica la existencia de rendimientos constantes a escala. Bajo dicha condición, la ecuación (1) puede reparametrizarse en términos de la productividad aparente del factor trabajo de la siguiente forma:

$$(Y_{it} / L_{it}) = A_{it} (K_{it} / L_{it})^{\beta} (G_{it} / L_{it})^{\gamma} \quad (2)$$

Tomando logaritmos en (2):

$$\log(Y_{it} / L_{it}) = \beta \log(K_{it} / L_{it}) + \gamma \log(G_{it} / L_{it}) + \lambda_i + \eta_t + u_{it} \quad (3)$$

Los resultados de la estimación de la ecuación (3) por mínimos cuadrados ordinarios –que equivale a la estimación del modelo de efectos fijos de datos de panel imponiendo la restricción habitual de rendimientos constantes a escala aparecen en el cuadro 5. Por simplicidad, y porque estamos interesados en las elasticidades de los factores de producción, en el cuadro no se reportan los valores estimados de los efectos fijos y de los efectos temporales.

Cuadro 5
Función de producción Cobb-Douglas: 1965-1998
Sector privado no residencial

a) Comunidades Autónomas

	Mínimos cuadrados ordinarios	Variables instrumentales
K privado	0.430 (16.742)	0.428 (15.480)
Empleo	0.433	0.426
K. público productivo	0.137 (8.248)	0.146 (7.733)
R2 adj	0.986	0.985
N. obs.	323	306

b) Provincias

	Mínimos cuadrados ordinarios	Variables instrumentales
K privado	0.453 (30.680)	0.461 (28.742)
Empleo	0.486	0.491
K. público productivo	0.061 (5.469)	0.048 (3.753)
R2 adj	0.984	0.984
N. obs.	950	900

Notas:

Estimación con efectos fijos y temporales

Entre paréntesis, ratio- t

Estimación bajo el supuesto de RCE en todos los inputs

VI: Como instrumento del capital público se utiliza el primer desfase de la variable

Para el caso de las comunidades autónomas españolas (excluidas las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla), los resultados de la estimación indican que los factores productivos considerados son altamente significativos, tanto los *inputs* privados como el *stock* de capital público. Las elasticidades respecto al trabajo (obtenida como diferencia entre $1-\beta-\gamma$) y al capital privado son 0,430 y 0,433, respectivamente, siendo de 0,137 la elasticidad asociada al capital público. Esta última cifra está dentro del intervalo de elasticidades estimadas en otros trabajos aplicados a las regiones españolas utilizando las series publicadas por la FBBVA (0,23 en Mas et al., 1994; 0,14 en de la Fuente y Vives, 1995; 0,09 en Mas et al., 1996; 0,24 en Avilés et al., 2001), si bien es claramente superior a la estimada en Goerlich y Mas (2002) con datos provinciales (0,02).

Con objeto de evitar los problemas derivados de la posible endogeneidad del capital público, en el cuadro 5 también se ofrecen los resultados de la estimación utilizando el estimador de variables instrumentales, donde se ha instrumentado el capital público utilizando el primer desfase de la variable. Los resultados muestran una magnitud de las elasticidades estimadas muy similar a las comentadas anteriormente, siendo la elasticidad correspondiente al capital público de 0,146.

La extensa literatura sobre la importancia de las infraestructuras en las ganancias de productividad ha puesto de manifiesto la relevancia de los efectos *spillover* en la medida en la que la característica tipo red de las infraestructuras de transporte genera efectos externos positivos más allá de las regiones en las que se ubican. En este sentido, los estudios realizados a escala menor a la nacional (estados, regiones o áreas metropolitanas) obtienen elasticidades de las infraestructuras inferiores a las obtenidas en el ámbito nacional. Este resultado pone de manifiesto que las infraestructuras de una región tienen efectos no sólo sobre dicha región, sino también sobre otras regiones conectadas a través de una red de infraestructuras de transporte, especialmente sobre las regiones más próximas.

Con objeto de captar la posible importancia de los efectos *spillover* en las regiones españolas, en la parte inferior del cuadro 5 se ofrecen los resultados de la estimación de la función de producción correspondientes a las provincias españolas (nuevamente se han excluido Ceuta y Melilla). Los resultados muestran cómo la elasticidad de las infraestructuras cae al 0,061 (0,048 en caso de utilizar el estimador de variables instrumentales), siendo éste un resultado ampliamente documentado en la

literatura¹. El aumento de la elasticidad del capital público al pasar en la estimación de provincias a comunidades autónomas puede estar captando efectos *spillover* o efectos desbordamiento asociados a las infraestructuras.

4. Nuevas series de stock. El impacto de las infraestructuras revisitado

Los resultados presentados en los apartados 2 y 3 han tomado como referente las estimaciones publicadas hasta ahora por la Fundación BBVA sobre las dotaciones de capital de la economía española, sus regiones y provincias. Sin embargo, en la actualidad se considera más adecuado en los estudios de productividad la utilización de los conceptos de capital productivo, a partir del cual se estiman los servicios proporcionados por el capital en la generación del *output*. Aunque todavía no se dispone de series territorializadas, resulta de interés indagar cuál es el impacto de las dotaciones de capital público en infraestructuras a nivel nacional de acuerdo con las nuevas estimaciones.

Una visión detallada de la nueva metodología puede encontrarse en los dos Manuales de la OCDE (2001a, b) anteriormente citados y una versión resumida en Mas, Pérez y Uriel (2004). Su rasgo distintivo es el de tomar como referencia de las estimaciones los distintos activos y no las funciones (en el caso del capital público) o los sectores productivos (en el del privado). Con el fin de facilitar la interpretación de los resultados que se presentan a continuación se ofrece aquí un breve resumen de la metodología seguida.

4.1. Breve resumen metodológico

Las nuevas estimaciones consideran cuatro conceptos relacionados con el capital: *stock* de capital bruto (*KG*); *stock* de capital productivo (*KP*); los servicios de capital (*CS*) procedentes del capital productivo; y, por último, el *stock* de capital neto (o riqueza) (*KP*).

¹ A nivel provincial, Goerlich y Mas (2002) obtienen una elasticidad del capital público productivo más reducida (0,02) para el periodo 1965-95, si bien introducen adicionalmente en la función de producción variables *proxy* del capital humano y de la estructura productiva.

1) El *stock* de capital *bruto* (*KG*) es el resultado de la acumulación de inversiones (FBCF) a las que se les ha deducido los retiros que han tenido lugar a lo largo del periodo. El capital *bruto* valora los activos a precios “como si fueran nuevos”. 2) El *stock* de capital *productivo* (*KP*) a precios constantes es un concepto cuantitativo (o de volumen) que tiene en cuenta la pérdida de eficiencia como resultado del envejecimiento del activo. 3) Este concepto cuantitativo es relacionado con el precio de los servicios que proporciona, el coste de uso del capital, con el fin de obtener el *valor de los servicios del capital* (*CS*). 4) El capital *neto* (también denominado *riqueza*) (*KW*) es el valor de mercado de los activos bajo el supuesto de que es igual al valor presente descontado de los ingresos que se espera genere el activo. Los bienes de capital son valorados a precios de mercado.

La estimación del *stock* de capital *bruto* se obtiene aplicando la ecuación (4):

$$KG_{j,t} = \sum_{\tau=0}^T IR_{j,t-\tau} \times F_{j,\tau} \quad (4)$$

siendo $KG_{j,t}$ el *stock* de capital bruto a precios constantes del activo j , de τ años de antigüedad en el año t ; $IR_{j,t} = IN_{j,t}/p_{j,t}$, $IN_{j,t}$ es la inversión en términos nominales, $p_{j,t}$ es el precio del activo j (en relación con un año base); $F_{j,\tau}$ representa a la función de supervivencia, y T es la edad máxima en servicio del activo.

El *stock* de capital *productivo* a precios constantes se estima aplicando la ecuación (5):

$$KP_{j,t} = \sum_{\tau=0}^T IR_{j,t-\tau} \times F_{j,\tau} \times h_{j,\tau} \quad (5)$$

siendo $h_{j,t}$ la función edad-eficiencia del activo j de τ años de antigüedad. El *stock* de capital productivo a precios corrientes ($KP_{j,t}^C$) vendrá dado por:

$$KP_{j,t}^C = KP_{j,t} \times p_{j,t} \quad (6)$$

siendo $p_{j,t}$ el precio del activo j en el momento t . De las distintas opciones posibles sobre la forma de la función edad-eficiencia, las estimaciones de la Fundación BBVA y el Ivie han seleccionado la función hiperbólica de la forma:

$$h_{\tau} = (T - \tau) / (T - \beta\tau) \quad (7)$$

El valor del parámetro β se ha fijado en 0,75 para las viviendas, infraestructuras y otras construcciones y en 0,5 en los bienes de equipo.

El *stock* de capital *productivo* o *volumen de los servicios del capital* de un activo j es un concepto cuantitativo. Con el fin de obtener su contrapartida monetaria debe asociarse con su precio correspondiente. El precio relevante para los servicios del capital es el *coste de uso* (Jorgenson, 1963). El valor de los *servicios del capital* del activo j en t ($CS_{j,t}$) vendrá dado por (8):

$$CS_{j,t} = \mu_{j,t} \times KP_{j,t} \quad (8)$$

siendo $\mu_{j,t}$ el coste de uso del activo j en el momento t .

Para estimar el *stock* de capital neto (o *riqueza*) de acuerdo con la nueva metodología se requiere la utilización de funciones *edad-precio* ($Z_{j,t}$). Éstas se encuentran íntimamente relacionadas con las funciones *edad-eficiencia*. La relación entre las dos viene dada por (9):

$$Z_{j,\tau} = \sum_{\tau=0}^T [h_{j,\tau} / (1+r)^{\tau+1}] \quad (9)$$

siendo r el tipo de interés real. Si normalizamos $Z_{j,\tau}$ de forma que tome el valor unitario en el primer año en servicio:

$$z_{j,\tau} = Z_{j,\tau} / Z_{j,0} \quad (10)$$

El *stock* de capital *neto* o *riqueza* del activo j a precios constantes ($KW_{j,t}$) se obtiene aplicando (11):

$$KW_{j,t} = \sum_{\tau=0}^T IR_{j,t-\tau} \times F_{j,\tau} \times z_{j,\tau} \quad (11)$$

Por último, teniendo en cuenta que la depreciación del activo j en el año t ($D_{j,t}$) puede escribirse como

$$D_{j,t} = IR_{j,t} - (KW_{j,t} - KW_{j,t-1}) \quad (12)$$

la tasa de depreciación del activo j ($d_{j,t}$) vendrá dada por (13)

$$d_{j,t} = D_{j,t} / KW_{j,t} \quad (13)$$

En definitiva, la estimación del capital *riqueza* depende de la función normalizada de edad-precio, $z_{j,\tau}$ que a su vez depende de la función de edad-eficiencia, $h_{j,\tau}$. Por lo tanto, ambas formas de capital, riqueza y productivo, están íntimamente

relacionados garantizando el procedimiento de estimación la consistencia entre los mismos.

4.2. La elasticidad y el coste de uso del capital

La contribución de los distintos activos al crecimiento del *output* viene medida por su elasticidad que, bajo determinadas condiciones (competencia perfecta y maximización de beneficios o minimización de costes) es igual a la participación de la remuneración de los activos en el valor nominal del *output*²

$$\varepsilon_{j,y} = \frac{\mu_j KP_j}{Py} \quad (14)$$

siendo $\varepsilon_{j,y}$ la elasticidad-output del activo j , P el deflactor del output e y el *output* expresado en términos reales. Por lo tanto, Py es el valor nominal de los bienes producidos. Nótese que en (14) la remuneración de los distintos activos viene dada por el valor de los servicios del capital dado por (8) por lo que la contribución de los distintos activos al crecimiento del producto también puede escribirse como:

$$\varepsilon_{j,y} = \frac{CS_j}{Py} \quad (15)$$

Para calcular el valor de las elasticidades-producto de los distintos tipos de capital, entre los que se encuentran las infraestructuras, es necesario definir previamente los determinantes del coste de uso del activo j en el momento t , $\mu_{j,t}$. En términos generales, y si no tenemos en cuenta la influencia de variables fiscales, el coste de uso viene dado, al menos desde Jorgenson (1963), por:

$$\mu_{j,t} = p_{j,t} (r_t + d_{j,t}) = p_{j,t} (i_t + d_{j,t} - q_{j,t}) \quad (16)$$

siendo, como anteriormente, $p_{j,t}$ el precio del activo j en t (medido por el correspondiente deflactor); r_t el tipo de interés real en t , que se supone común para todos los activos; i_t el tipo de interés nominal; $d_{j,t}$ la tasa de depreciación específica para cada activo j dada por (13) y $q_{j,t}$ la tasa de variación del precio del activo j .

² Este resultado no exige la existencia de rendimientos constantes a escala en la función de producción. Sin embargo, si no se cumple este supuesto la aproximación primal y la dual de la Contabilidad del Crecimiento ofrecerá distintos resultados en la estimación de la contribución del progreso técnico al crecimiento del *output*.

La implementación práctica de (16) plantea la selección de las tasas r y/o i más adecuadas en el cálculo del coste de uso. Sobre este aspecto la teoría económica no aporta demasiado luz. Ambas variables intentan captar el coste de la utilización del capital por parte de las empresas que, en el equilibrio a largo plazo, debe también ajustarse a la rentabilidad de las mismas. El coste de utilización del capital puede interpretarse bien como el coste de pedir prestado o bien como el coste de oportunidad de invertir en lugar de prestar una determinada cantidad.

En la práctica, existen dos procedimientos para el cálculo del término i en la expresión (16): exógeno y endógeno.

a) Cálculo exógeno de i

En este caso el valor de i se obtiene mediante dos procedimientos alternativos. El primero parte de valores observados para algún tipo de rendimiento que se considere relevante. El segundo supone un valor para el tipo de interés real a largo y construye el nominal añadiendo al mismo la tasa de crecimiento del nivel general de precios, medida generalmente por el *IPC*. Obsérvese que en cualquier de los dos casos no se impone la condición de que la tecnología presenta rendimientos constantes a escala.

La primera alternativa puede materializarse en el uso de distintos tipos de rendimiento disponibles como, por ejemplo, el rendimiento de los títulos de la Deuda Pública a largo plazo (Morrison y Schwartz, 1996); de los bonos Aaa (Coen, 1968; Evans, 1967; Grunfeld, 1960; y Miller y Modigliani, 1966); de los bonos Baa (Holland y Myers, 1979); Hall y Jorgenson, 1967; y Caballero y Lyons, 1991) utilizan el rendimiento medio del Standard and Poors 500 y Hsieh (2002) hasta diez versiones diferentes de tipos de interés nominales en su estudio de cuatro países asiáticos.

La segunda alternativa, utilizada por Coen (1975), Diewert (1980) y el *Manual de Productividad* de la OCDE (2001b) se inclinan por construir el término i a partir de un valor estimado promedio para el rendimiento real (3,5% en los estudios de Hall y Jorgenson y 4% en el *Manual* de la OCDE), al que se añade la tasa de crecimiento del nivel general de precios medido por el *IPC*.

b) Cálculo endógeno de i

Esta aproximación ha sido defendida desde sus inicios por Jorgenson (véase sus dos Volúmenes sobre *Productividad* (1995, 1996), donde aparecen recopilados sus trabajos más importantes sobre el tema), y más recientemente por van Ark *et al* (2002) en su Informe para la Comisión Europea. A diferencia de la anterior, el cálculo endógeno si *impone* la condición de que la tecnología presenta rendimientos constantes a escala.

En síntesis, esta aproximación parte de la identidad contable dada por (17):

$$\begin{aligned} P_t y_t - W_t L_t &= EBE_t = \mu_j KP_j = \sum_j (i_t + d_{j,t} - q_{j,t}) p_{j,t} KP_{j,t} = \\ &= \sum_j (i_t + d_{j,t} - q_{j,t}) KP_{j,t}^C \end{aligned} \quad (17)$$

siendo *EBE* el Excedente Bruto de Explotación y *WL* la remuneración del trabajo. Los datos de *EBE* proceden de la *Contabilidad Nacional* y sobre los mismos han de realizarse dos correcciones. En primer lugar, hay que proceder al reparto de las rentas mixtas entre remuneración del capital y del trabajo. En segundo lugar, deben excluirse los alquileres puesto que el *stock* de capital en viviendas está excluido de la función de producción y por lo tanto también de *KP* en (17). Con las dos correcciones anteriores, el reparto entre remuneración del capital y del trabajo en España es de, aproximadamente, el 25% para el primero y el 75% para el segundo mientras que, en ausencia de las mismas los porcentajes correspondientes serían 45% y 55%, respectivamente.

Los restantes términos en (17) ya han sido previamente definidos. Conviene sin embargo precisar que las nuevas estimaciones distinguen entre quince tipos de activos, detallados en el cuadro 7 más adelante. De entre ellos, cuatro pertenecen al grupo de las infraestructuras: carreteras, autopistas de peaje, infraestructuras hidráulicas y ferrocarriles, y tres a las *Nuevas Tecnologías de la Información (TIC)*: *software*, *hardware* y telecomunicaciones. La propia metodología de estimación impide abordar, al menos por el momento, una clasificación similar a la utilizada en las estimaciones publicadas de la Fundación BBVA. La razón estriba en que el punto de partida de las

nuevas estimaciones son los activos de características similares, sobre todo en lo que se refiere a sus vidas medias y a las funciones edad-eficiencia³.

En (17) todas las variables son conocidas, excepto i , que debe interpretarse como el rendimiento interno *ex post* de los activos de capital. El valor de i obtenido tras despejar en (17) permite calcular el coste de uso, y por tanto también las respectivas elasticidades, de acuerdo con (16) y (14). Obsérvese que al proceder de esta forma se está suponiendo implícitamente que la función de producción presenta rendimientos constantes a escala de acuerdo con el teorema de Euler.

El término i no es el único que plantea problemas en el cálculo del coste de uso. Harper, Brendt y Wood (1989) señalan al menos dos alternativas en el cálculo de $q_{j,t}$ en (16). La primera consiste en utilizar valores contemporáneos para el crecimiento del precio de los activos, lo que equivale a suponer expectativas perfectamente anticipadas (*perfect foresight expectations*). La segunda considera variaciones *esperadas* a partir de valores pasados, corrientes y futuros de los crecimientos en precios.

De acuerdo con los comentarios anteriores, se han construido cuatro medidas alternativas para el cálculo del coste de uso y, por tanto, también de la elasticidad-*output* de los activos, supuesta equivalente a las participaciones de las remuneraciones de los factores en el *output*. Dos de ellas utilizan en el cálculo de i el procedimiento exógeno y las otras dos el endógeno. El cuadro 6 resume sus principales características de los cuatro procedimientos. Las denominaciones se corresponden con las acuñadas por el artículo clásico de Harper, Brendt y Wood (1989)⁴.

³ Piénsese, por ejemplo, que el *stock* de capital en aeropuertos está constituido por construcciones (edificios aeroportuarios, pistas, etc.) pero también por bienes de equipo, material de transporte e instrumentos de telecomunicaciones con características muy distintas entre sí. Por esta razón, no es posible estimar un único *stock* de capital en aeropuertos, al menos con la información ahora disponible.

⁴ Se ha excluido la denominada M2 en la notación de Harper, Brendt y Wood (1989), desestimada también por estos autores. M2 supone el cálculo endógeno de i pero considera que no existen ganancias de capital ($q_{j,t} = 0$).

Cuadro 6.
Cuatro procedimientos de cálculo del coste de uso

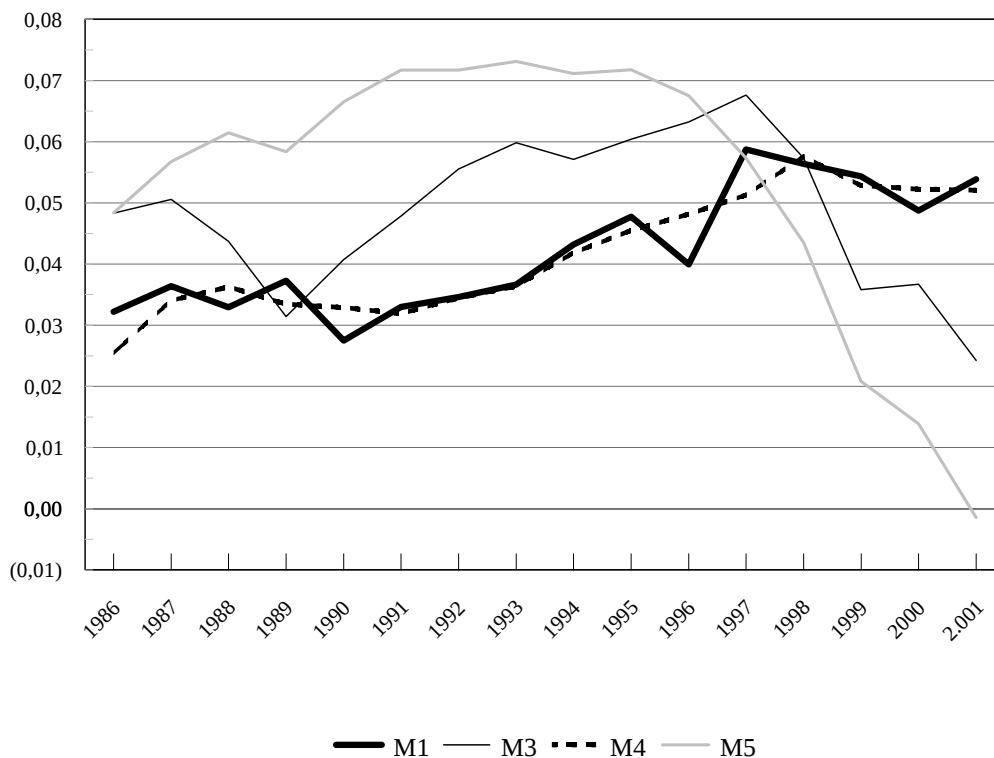
Denominación	Tasa de retorno (i)	Ganancias de capital (q)
M1	Endógena a partir de (14)	Variaciones contemporáneas en precios $q_{jt} = \frac{p_{j,t} - p_{j,t-1}}{p_{j,t-1}}$
M3	Exógena $r = 4\%$ $i_t = r + \pi_t^e$ $\pi \equiv$ inflación (IPC) $\pi_t^e = \frac{\pi_{t-1} + \pi_t + \pi_{t+1}}{3}$	Variaciones esperadas ($q_{j,t}^e$) $q_{j,t}^e \text{ (esperado)} = \frac{q_{j,t-1} + q_{j,t} + q_{j,t+1}}{3}$
M4	Endógena a partir de (14)	Variaciones esperadas ($q_{j,t}^e$) como M3
M5	Exógena Rendimiento Deuda Pública a Largo	Variaciones esperadas ($q_{j,t}^e$) como M3

A título ilustrativo el gráfico 3 ofrece los perfiles del coste de uso en carreteras de acuerdo con los cuatro procedimientos. El rasgo más destacado es la relativa estabilidad, con tendencia creciente, de los dos indicadores construidos endógenamente (M1 y M4) y la brusca caída desde mediados de los noventa de los dos indicadores exógenos (M3 y M5). Tras el origen de esta caída se encuentra la desaceleración de la inflación, medida por el IPC en M3, y la consiguiente caída de los tipos de interés nominales (entre ellos del rendimiento de la Deuda Pública) en M5.

El dispar comportamiento de los tipos nominales endógenos y exógenos, y sus consiguientes efectos sobre el coste de uso⁵ puede interpretarse de la forma siguiente. La caída de los tipos de interés nominales en M3 y M5 afectan, reduciéndolo, el coste financiero para las empresas. Sin embargo, los menores costes de financiación mejoran la rentabilidad de las empresas, contribuyendo a mantener la tasa de rendimiento interno *ex post*. Por lo tanto, el cálculo endógeno está recogiendo los efectos sobre la cuenta de resultados de la reducción en el coste de la financiación externa.

⁵ Obsérvese que en (16) la única diferencia entre el cálculo endógeno y exógeno se refiere al término i , ya que los restantes términos son los mismos.

Gráfico 3.
Coste de uso de capital
Carreteras



Fuente: Mas, Pérez y Uriel (2004)

Un comentario adicional merece la utilización del concepto de coste de uso en un activo que, como las carreteras, no es intercambiado en el mercado. En el caso de las tres restantes infraestructuras el precio de sus servicios que proporcionan es positivo, pero inferior al que se cargaría si fuera provisto por el sector privado de la economía.

Los cuatro tipos de infraestructuras presentan externalidades positivas, por lo que su rentabilidad social es superior a la privada. Si fueran provistas por el sector privado el precio de su utilización sería más elevado y las cantidades ofertadas menores. Los supuestos que estamos realizando son que las cantidades producidas están guiadas por la rentabilidad social (las ha decidido, en gran parte, el sector público) y que ésta es igual a la rentabilidad obtenida por el sector privado en las restantes actividades que no presentan efectos externos. El segundo supuesto puede ser discutible pero cualquier otra

alternativa sería más arbitraria que ésta desde la perspectiva de la *Contabilidad del Crecimiento* como la que aquí se está adoptando⁶.

4.2. Resultados

El cuadro 7 ofrece los resultados del cálculo de las participaciones de la remuneración de los distintos factores en el *output* total. Los siguientes comentarios son de interés. En primer lugar, las participaciones del capital total y del trabajo en el producto generado se aproximan mucho a las proporcionadas por la *Contabilidad Nacional* (una vez se han deducido los alquileres y se han reasignado las rentas mixtas entre capital y trabajo). De hecho, en el caso del cálculo endógeno de i (M1 y M4) son, por construcción, idénticas.

En segundo lugar, obsérvese que el procedimiento endógeno impone la restricción de que la función de producción presente rendimientos constantes a escala, mientras que el exógeno no lo hace. En los dos casos considerados, M3 y M5, la suma de las contribuciones es ligeramente superior a la unidad, indicando la posible presencia de rendimientos crecientes.

En tercer lugar, y seguramente el más relevante desde la perspectiva de este trabajo, la elasticidad de las infraestructuras es más reducida que la obtenida por las estimaciones que, adoptando el enfoque de la *función de producción*, se han revisado en el apartado 1. El valor estimado se encuentra en el entorno de 0,02, similar al obtenido por Goerlich y Mas (2001).

La elasticidad estimada de las infraestructuras también es inferior a la presentada en el apartado 3, obtenida utilizando las series de capital neto publicada por la Fundación BBVA tanto para las regiones como para las provincias españolas. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que de las estimaciones econométricas se desprende una participación mayor del capital total en el *output* de lo que las cifras de *Contabilidad Nacional* reconocen.

⁶ La forma de medir la contribución de las infraestructuras desde la perspectiva de la *Contabilidad del Crecimiento* no está recogida por la literatura. El tratamiento habitual consiste en englobarlas dentro del ítem “Otras Construcciones” por lo que, implícitamente, se está procediendo de una forma similar a la que aquí se defiende. Morrison y Scharwitz (1996) tratan este problema desde una perspectiva econométrica. En nuestro caso este enfoque no es posible dado el relativamente reducido número de observaciones de las que se dispone hasta el momento.

Cuadro 7.
Participación de los factores en el output
Media 1986-2001

	M1	M3	M4	M5
Infraestructuras	0,0206	0,0239	0,0203	0,0265
2.1. Carreteras	0,0074	0,0087	0,0073	0,0096
2.2. Autopistas de peaje	0,0016	0,0020	0,0016	0,0023
2.3. Infraestructuras hidráulicas	0,0073	0,0084	0,0073	0,0092
2.4. Infraestructuras ferroviarias	0,0042	0,0048	0,0041	0,0054
Otras construcciones n.c.o.p.	0,0693	0,0824	0,0688	0,0915
TIC	0,0354	0,0373	0,0357	0,0386
4.2.3. Maquinaria de oficina y equipo informático	0,0102	0,0106	0,0102	0,0109
4.2.4.1. Telecomunicaciones	0,0162	0,0175	0,0165	0,0184
4.3.1. Software	0,0090	0,0092	0,0090	0,0093
3. Equipo de transporte	0,0311	0,0329	0,0311	0,0343
3.1. Vehículos de motor	0,0207	0,0215	0,0207	0,0222
3.2. Otro material de transporte	0,0103	0,0113	0,0104	0,0121
4. Maquinaria y otro material de equipo (Excluido TIC)	0,0714	0,0764	0,0717	0,0800
4.1. Productos agricultura, ganadería y pesca	0,0014	0,0015	0,0015	0,0016
4.2.1. Productos metálicos	0,0091	0,0098	0,0091	0,0102
4.2.2. Maquinaria y equipo mecánico	0,0342	0,0368	0,0343	0,0388
4.2.4.2. Otra maquinaria y equipo n.c.o.p.	0,0198	0,0210	0,0199	0,0218
4.3.2. Otros productos n.c.o.p.	0,0069	0,0072	0,0070	0,0074
Total Capital	0,2277	0,2530	0,2277	0,2709
Trabajo	0,7723	0,7723	0,7723	0,7723
Total Capital + Trabajo	1,0000	1,0253	1,0000	1,0432

Fuente: Mas, Pérez y Uriel (2004) y elaboración propia

Un aspecto que debe ser destacado es que los valores estimados para todas y cada una de las elasticidades no son sensibles a los distintos procedimientos de cálculo de i . En este sentido puede decirse que los resultados son robustos ante las distintas especificaciones del coste de uso.

En cuarto lugar, cuando se desciende en el nivel de desagregación por tipo de infraestructuras se comprueba que las carreteras y las infraestructuras hidráulicas son las que presentan mayores elasticidades y las autopistas de peaje las que menos. Como se

desprende de (14) las participaciones serán tanto más elevadas cuanto mayor sea el volumen de capital en el activo j (KP_j) y/o cuanto mayor sea su coste de uso (μ_j). En el caso de las infraestructuras los costes de uso son muy similares, porque sus tasas de depreciación (d_j) y de variación de precios (q_j) también lo son. Por lo tanto, en este caso la mayor elasticidad de las carreteras y las infraestructuras hidráulicas está reflejando el mayor peso de su *stock* en el total.

Por último, resulta de interés comparar las elasticidades de las infraestructuras y de los activos englobados en las *Nuevas Tecnologías de la Información (TIC)*, *hardware*, *software* y telecomunicaciones. Como puede observarse en el cuadro 7 la elasticidad de las *TIC* es superior a la de las infraestructuras en el conjunto del periodo. Este resultado tiene un doble origen: las mayores tasas de depreciación experimentadas por unos activos que tienen una vida útil mucho menor que las infraestructuras, así como la caída experimentada por el precio de los mismos, especialmente por el *hardware*. Ambos factores contribuyen a elevar el coste de uso de las *TIC* y, por lo tanto, del valor de los servicios de capital que proporcionan.

5. Conclusiones

Casi quince años después de que Aschauer publicara su clásico artículo, y diez años desde que se ofrecieran por primera vez estimaciones para la economía española, dos conclusiones emanan del ingente número de publicaciones dedicadas al tema. La primera de ellas es que las infraestructuras públicas tienen un efecto positivo sobre el crecimiento de las economías. La segunda, que su importancia cuantitativa es reducida, muy lejos de la elasticidad de 0.39 estimada inicialmente por Aschauer.

En este trabajo se ha revisado la literatura existente en nuestro país que mayoritariamente ha utilizado el enfoque de la *función de producción*, o de su dual, la *función de costes*. A pesar que la base de datos utilizada es, en la gran mayoría de las ocasiones, la publicada en cuatro ediciones por la Fundación BBVA, estamos lejos de alcanzar un consenso sobre el *valor preciso* de la elasticidad-*output* de las infraestructuras públicas. Las razones para esta falta de consenso son variadas, pudiendo enumerarse las siguientes: a) la cobertura de la economía (total, sector privado, manufacturero, etc.); b) la definición del *output* (PIB, VAB, coste de factores, precios de mercado, exclusión/inclusión de alquileres, etc.); c) el procedimiento de deflación de las series (deflatores relativos al total nacional vs deflatores sectoriales); d) el tipo de

infraestructuras incluidas en la definición de capital público productivo (inclusión, o no, de las dotaciones sanitarias y educativas; inclusión, o no, de infraestructuras no pertenecientes a las Administraciones Públicas como los ferrocarriles o las autopistas de peaje); e) el nivel de desagregación territorial (nacional, regional, provincial –con y sin Ceuta y Melilla); f) el procedimiento de estimación (mínimos cuadrados ordinarios, estimación con técnicas de datos de panel; uso de variables instrumentales; etc.); g) la inclusión de variables adicionales en la función de producción (capital humano, I+D, estructura sectorial de la producción, etc.) y h) el periodo temporal cubierto.

Sin embargo, un cálculo simple permite acotar qué valores de las elasticidades-*output* del capital público pueden considerarse como razonables. Dicha forma de capital representa, aproximadamente, el 20% del capital total. La remuneración del capital de acuerdo con la *Contabilidad Nacional* puede oscilar entre un 40-45% del *output* total si se asignan las rentas mixtas al capital en su totalidad o entre el 25-30% si se reparten entre los dos factores de producción, capital y trabajo.

Puesto que la gran mayoría de los trabajos imponen la condición de que la función de producción presente rendimientos constantes a escala, no parece razonable que las elasticidades *conjuntas* del capital público y privado supere en demasía esta cifra. Desde esta simple perspectiva un valor razonable de la elasticidad-*output* del capital público debería tener como límite superior 0,1, al menos si se hace abstracción de los efectos desbordamiento. En los resultados que aquí se han presentado, la elasticidad estimada cuando se adopta el enfoque de la *función de producción* y el ámbito geográfico es el provincial es de 0,05-0,06.

La utilización del concepto de capital neto en los análisis de productividad ha sido muy criticada en los últimos años, aunque no su utilización como indicador de la *riqueza* de la que disfrutaban las economías. Por esta razón, la Fundación BBVA y el Ivie han iniciado el nuevo proyecto de investigación descrito en el apartado 4 de este trabajo. De acuerdo con la nueva metodología, la elasticidad-*output* del capital público se cifraría en un modesto 0,02 para el conjunto de la economía. Esta cifra puede considerarse todavía como provisional hasta que las nuevas series estén definitivamente estimadas. Además, las nuevas series permiten comparar el impacto de las infraestructuras públicas y de las *Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)*. De acuerdo con las estimaciones presentadas en el apartado 4, el impacto de las segundas fue, en el periodo 1986-2001 casi el doble que el de las primeras.

Además de constatar que la elasticidad-*output* del capital público es más modesta que la estimada en los primeros trabajos, resulta de interés preguntarse cuál ha sido su papel desde la perspectiva regional/provincial. La primera idea que debe destacarse es que los efectos desbordamiento son importantes. Por tanto, debe huirse del excesivo localismo en la defensa de los intereses de territorios específicos. En toda forma de capital que implique una estructura radial (incluidas las *TIC*) importan no sólo las propias dotaciones sino también las que disfrutaban los restantes agentes de la red.

En segundo lugar, y relacionado con el punto anterior, la constatación de que se ha producido un incremento en la desigualdad entre las dotaciones de capital público que disfrutaban las distintas regiones en los últimos años (tanto si se escala por el VAB, el capital privado o el empleo) no debe interpretarse necesariamente como *malas noticias*. Una región extensa pero poco habitada y vía de conexión entre otras regiones puede experimentar incrementos en sus dotaciones relativas sin que deba interpretarse como un perjuicio para las restantes. Piénsese, por ejemplo, en la construcción del AVE en su paso por Aragón o por Castilla-La Mancha en su conexión del centro con Cataluña y la Comunidad Valenciana.

Habitualmente se valora que una reducción de las desigualdades en renta por habitante es un triunfo, valorándose como un fracaso el incremento de las mismas. Este argumento olvida con demasiada frecuencia que la convergencia en renta por habitante puede alcanzarse simplemente por la pérdida de la población que abandona sus áreas de origen hacia territorios con mejores oportunidades de trabajo. La convergencia es buena sólo si va acompañada de cohesión territorial y social. Desde esta perspectiva, las infraestructuras han colaborado sin duda a la cohesión de las regiones españolas.

REFERENCIAS

- Argimón, I., González-Páramo, J.M., Martín, M. J. y Roldán, J.M. (1994):** “Productividad e infraestructuras en la economía española”. *Moneda y Crédito* 198, 207-245.
- Aschauer, D.A. (1989):** “Is public expenditure productive?”. *Journal of Monetary Economics*, vol. 23, 177-200.
- Avilés, A., Gómez, R. y Sánchez-Maldonado, J. (2001):** "The effects of public infrastructures on the cost structure of Spanish industries", *Spanish Economic Review* 3(2), 131-150.
- Bajo, O. y Sosvilla, S. (1993):** “Does public capital affect private sector performance. An analysis of the Spanish case, 1964-88”, *Economic Modelling* 10(3), 179-186.
- Boscá, J.E., Escribá, J. y Dabán, T. (1999):** "Capital público e infraestructuras en la producción industrial regional", *Revista de Economía Aplicada* 21, 61-94.
- Boscá, J.E., Escribá, J. y Murgui, M.J. (2002):** "The effect of public infrastructures on the private productive sector of Spanish regions", *Journal of Regional Science*, Vol. 42, No. 2, 301-326.
- Caballero, R.J. y Lyons, R.K. (1992):** “External Effects in US Procyclical Productivity”, *Journal of Monetary Economics* 29, 209-225.
- Coen, R.M. (1968):** “Effects of Tax Policy on Investment in Manufacturing”, *American Economic Review*, Vol. 65, N° 1, 59-74.
- Coen, R.M. (1975):** “Investment Behavior, the Measurement of Depreciation and Tax Policy”, *American Economic Review*, Vol. 65, N° 1, 59-74,
- De la Fuente, A. y Vives, X. (1995).** “Infrastructure and education as instruments of regional policy: Evidence from Spain”, *Economic Policy* 20, 11-54.
- Deno, K. T. (1991).** “Public capital and the factor intensity of the manufacturing sector”, *Urban Studies* 28 (1), 3-14.
- Deno, K. T. y Eberts, R. (1991).** “Public infrastructure and regional economic development: A simultaneous equation approach”. *Journal or Urban Economics* 30, 329-343.
- Diewert, W.E. (1980):** “Aggregation Problems in the Measurement of Capital” en Dan Usher (ed) *The Measurement of Capital*, Chicago University Press.
- Eisner, R. (1991):** “Infrastructure and regional economic performance: comment”, *New England Economics Review*, sep/oct, 47-58.
- Evans, P. y Karras, G. (1994).** “Is government capital productive? Evidence from a panel of seven countries”, *Journal of Macroeconomics* 16 (2), 271-279.

- Evans, M.K. (1967):** “A Study of Industry Investment Decisions”, *Review of Economics and Statistics*, Vol. 49, Nº 2, Mayo, 151-164.
- Flores de Frutos, R., Gracia-Diez, M. y Pérez-Amaral, T. (1989):** “Public capital stock and economic growth: an analysis of the Spanish economy”, *Applied Economics* 30, 985-994.
- García-Mila, T. y McGuire, M.T. (1992).** “The contribution of publicly provided inputs to state economics”. *Regional Science and Urban Economics* 22, 229-241.
- Goerlich, F. y Mas, M. (2001):** Capitalización y crecimiento, Vol. I, rn *La Evolución Económica de las Provincias Españolas (1955-1998)*. Fundación BBVA.
- González-Páramo, J.M. (1995):** “Infraestructuras, productividad y bienestar”, *Investigaciones Económicas*, Vol. XIX (1), 155-165.
- Gorostiaga, A. (1999):** “¿Cómo afecta el capital público y el capital humano al crecimiento?”, *Investigaciones Económicas* Vol. XXIII(1), 95-114.
- Grunfeld, Y. (1960):** “The Determinants of Corporate Investment” en Arnold C. Harberger, ed *The Demand for Durable Goods*, Chicago University Press.
- Hall, R.E. y Jorgenson, D.W. (1967):** “Tax Policy and Investment Behaviour”, *American Economic Review*, Vol. 57, Nº 3, Junio, 391-414.
- Harper, M.J., Berndt, E.R. y Wood, D.O. (1989):** “Rates of Return and Capital Aggregation Using Alternative Rental Prices” en Jorgenson, D.W. y R. Landau (eds): *Technology and Capital Formation*, MIT Press
- Holtz-Eakin, D. (1994):** “Public-sector capital and the productivity puzzle”, *The Review of Economics and Statistics*, vol. 76, No.1, 12-21.
- Holtz-Eaking, D. y Schwartz, A.E. (1995):** “Spatial productivity spillovers from public infrastructures: evidence from state highways”, Working Paper No. 5004, National Bureau of Economic Research, Washington D.C.
- Holtz-Eakin, D. y Lovely, M. E. (1996):** “Scale Economies, Returns to Variety and the Productivity of Public Infrastructure”. *Regional Science and Urban Economics* 26(2), 105-23.
- Holland, D. M. y Stewart, C.M. (1979):** “Trends in Corporate Profitability and Capital Costs” en Robert Lindsay (ed) *The Nation’s Capital Needs: Three Studies* New York, Committee for Economic Development, 103-188.
- Hshieh, Ch-T. (2002):** “What Explains the Industrial Revolution in East Asia?. Evidence from the Factors Markets”, *American Economic Review*, Junio, 502-526.

- Jorgenson, D.W. (1963):** "Capital Theory and Investment Behavior", *American Economic Review*, Vol. 53, N° 2, Mayo, 247-259.
- Jorgenson, D.W. (1995):** *Productivity. Postwar U.S Economic Growth*, Volume 1, MIT Press.
- Jorgenson, D.W. (1996):** *Productivity. International Comparisons of Economic Growth* Volume 1, MIT Press.
- Mas, M., Maudos, J., Pérez, F. y Uriel, E. (1994):**. "Capital público y productividad de las Regiones Españolas", *Moneda y Crédito*, No. 198, pp. 163-192
- Mas, M., Maudos, J., F. Pérez y Uriel, E. (1996):** "Infrastructures and Productivity in the Spanish Regions", *Regional Studies*, Vol. 30, Núm. 7, pp. 641-649.
- Mas, M., Pérez, F. y Uriel, E. (2003):** *El Stock de Capital en España y su Distribución Territorial (1964-2000)*, Fundación BBVA, Bilbao. Versión electrónica en www.fbvva.es.
- Mas, M., Pérez, F. y Uriel, E. (Dirs) (2004):** *Stock de capital en España. Nuevas Estimaciones*, Fundación BBVA, Bilbao, próxima publicación
- Miller, M. H. y Modigliani, F. (1966):** "Some Estimates of the Cost of Capital to the Electric Utility Industry, 1954-57", *American Economic Review* Vol. 56, N° 3, Junio, 333-391.
- Moreno, R., López-Bazo, E. y Artís, M. (2002):** "Public infrastructures and the performance of manufacturing industries: short-and long-run effects", *Regional Science and Urban Economics* 32(1), 97-121.
- Morrison, C.J. y Schwartz, A.M. (1996):** "State infrastructures and productive performance", *The American Economic Review* 86, 1092-1111.
- Munnell, A. H. (1990):** "How does public infrastructure affect regional economic performance". *New England Economic Review*, sep/oct, 11-32, Federal Reserve Bank of Boston.
- Morrison, C.J. y Schwartz, A.E. (1996):** "State Infrastructure and Productive Performance", *American Economic Review* Vol. 86, N° 5, 1095-1111.
- OCDE (1993):** *Methods Used by OECD Countries to Measure Stocks of Fixed Capital*, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, París.
- OCDE (2001a):** *Measuring Capital, OECD Manual*, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, París.
- OCDE (2001b):** *Measuring Productivity, OECD Manual*, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, París.
- Pereira, A.M. y Roca-Sagalés, O. (2001):** "Infrastructures and private sector performance in Spain", *Journal of Policy Modelling* 23, 371-384.

- Pereira, A.M. y Roca-Sagalés, O. (2003):** “Spillover effects of public capital formation: evidence from the Spanish regions”, *Journal of Urban Economics* 53, 238-256.
- Van Ark, B., Melka, J., Mulder, N., Timmer, M. y Ypma, G. (2002):** *ICT Investment and Growth Accounts for the European Union, 1980-2000*, DG Economics and Finance of the European Commsission, Bruselas.
- Ward, M. (1976):** *The Measurement of Capital. The Methodology of Capital Stock Estimates in OECD Countries*, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, París.