



Capital público y crecimiento económico en España 1980-2004*

JOSÉ LUIS TORRES-CHACÓN
Universidad de Málaga

Recibido: Enero, 2008
Aceptado: Noviembre, 2008

Resumen

En este artículo se analiza la contribución del capital público al crecimiento del nivel de producción y de la productividad en España usando un modelo simple de crecimiento de equilibrio general en el que se incorpora el capital público como un input adicional a los factores privados. A partir de la calibración de este modelo para la economía española para el período 1980-2004, obtenemos que la elasticidad del nivel de producción respecto al capital público es de 0,068. Este resultado supone que, para el período 1980-2004, la contribución media del capital público fue de 0,35 puntos porcentuales al crecimiento medio anual de la producción del 2,8%, lo que significa que en torno al 13% del crecimiento registrado ha sido debido al efecto del capital público.

Palabras clave: capital público, descomposición del crecimiento, productividad, equilibrio general.

Clasificación JEL: E22, O30, O40.

1. Introducción

La relación entre capital público y crecimiento económico sigue siendo un tema abierto de gran actualidad, tanto a nivel académico como a nivel político. Aunque en fechas relativamente recientes ha surgido una cada vez más extensa literatura sobre el tema, aún no existe un consenso sobre la importancia cuantitativa del stock de capital público sobre el nivel de producción de una economía.

* Agradezco los comentarios y sugerencias realizados por G. Fernández de Córdoba, D. Martínez, J. Rodríguez, J. J. Pérez y por dos evaluadores anónimos, que han permitido mejorar la versión anterior del trabajo. El autor agradece la financiación de los Proyectos de Investigación SEJ-122 y Proyecto de Excelencia P07-SEJ-02479 de la Junta de Andalucía.

A pesar de la importancia que desde diversos sectores se le ha otorgado al capital público y a la inversión pública en infraestructuras de apoyo al sector privado de la economía, no ha sido hasta fechas relativamente recientes cuando la literatura económica, tanto teórica como empírica, se ha preocupado en analizar cuantitativamente su importancia sobre el crecimiento económico. A nivel teórico ya se habían realizado algunos desarrollos en los cuales se incorporaba el capital público (infraestructuras) a la función de producción agregada de la economía a principios de la década de los 70, como los trabajos de Arrow y Kurz (1970), Weitzman (1970) y Pestieau (1974). Sin embargo, es a partir del trabajo de Barro (1990), cuando se recuperan estos primeros intentos y se produce un considerable aumento del interés por introducir en los modelos de crecimiento el capital público como input adicional a los privados. Barro (1990) introduce el gasto público en la función de producción con rendimientos constantes a escala, mostrando que no existe transición hacia el estado estacionario, si bien considera al gasto público como una variable flujo, en lugar de una variable stock. Posteriormente, se han producido una gran cantidad de desarrollos teóricos como los realizados por Barro y Sala-i-Martin (1992), Finn (1993), Glomm y Ravikumar (1994), Cashin (1995) y Bajo (2000), entre otros, en los que se incorpora de alguna forma el capital público en la función de producción agregada de la economía. Así, por ejemplo, Glomm y Ravikumar (1994) introducen el concepto de capital público, si bien suponen que se deprecia totalmente período a período, lo que en la práctica equivale a considerar el capital público como una variable flujo como en Barro (1990). Por su parte, Cashin (1995) desarrolla un modelo en el cual se considera al capital público como una variable stock.

El primer análisis empírico sobre los efectos del capital público es el realizado por Mera (1973) para la economía japonesa. Mera (1973) estima diferentes funciones de producción del tipo Cobb-Douglas en la que se incluye el capital público para las 9 regiones de Japón, para diferentes sectores productivos y para distintos tipos de capital, obteniendo un valor medio de la elasticidad del nivel de producción respecto al capital público de 0,2 (0,22 para el sector primario, 0,2 para el sector industrial, 0,5 para los transportes y las comunicaciones y entre 0,12 y 0,18 para el sector servicios).

Posteriormente, Ratner (1983) realiza un análisis similar estimando una función de producción donde también se incluyen tres factores productivos: trabajo, capital privado y capital público, para el caso de Estados Unidos, usando datos del período 1949-1973, obteniendo una elasticidad del nivel de producción respecto al capital público de 0,058 (mientras que la elasticidad respecto al capital privado que obtiene es del 0,22). Sin embargo, no es hasta el trabajo de Aschauer (1989) cuando resurge con fuerza la literatura tanto teórica como empírica sobre el tema. El trabajo de Aschauer (1989) tuvo una gran repercusión debido a que avanzó la idea de que la ralentización en el crecimiento de la productividad registrada en Estados Unidos a partir de la década de los 70 era debida a la disminución en el stock de capital público, así como a que sus resultados reflejaban la existencia de una muy elevada elasticidad del nivel de producción respecto al capital público. Aschauer (1989) obtiene que en torno al 60% de la ralentización en el crecimiento de la productividad en Estados Unidos se debían a la disminución en la inversión pública en infraestructuras, estimando un valor de la elasticidad de la producción respecto al capital público entre 0,25 y 0,56, con un valor medio

de 0,39, valores incluso mayores que la elasticidad del nivel de producción respecto al capital privado. Munnell (1990a), también para Estados Unidos obtiene un valor muy similar, de 0,34, mientras que Munnell (1990b), para datos desagregados por Estados, obtiene valores entre 0,06 y 0,15, valores que son inferiores a los anteriores, resultado que también aparece en otros trabajos que utilizan un mayor nivel de desagregación y que se atribuye a la existencia de efectos desbordamiento.

A partir de estos trabajos, ha surgido una amplia literatura empírica basada en la estimación de funciones de producción en las que se incluye el capital público, pero que ha obtenido resultados contrapuestos¹. Así, por ejemplo, Ford y Poret (1991) para 11 países de la OCDE obtienen valores entre 0,29 y 0,66. Por su parte, Bajo y Sosvilla (1993) para la economía española obtienen una elasticidad de 0,19. Sin embargo, otros autores, como Aaron (1990), Tatom (1991), Holtz-Eakin (1994) y Evans y Karras (1994) obtienen resultados radicalmente opuestos a los anteriores, estimando valores de la elasticidad de la producción respecto al capital público que no son significativamente diferentes de cero. Por ejemplo, Holtz-Eakin (1994) replica los análisis anteriores usando el mismo procedimiento de estimación y obteniendo resultados similares pero, controlando por variables no observadas, obtiene que no existe ninguna relación entre el capital público y el nivel de producción. Evans y Karras (1994) estiman numerosas especificaciones de la función de producción para diferentes definiciones de capital público y para un conjunto de países, no encontrando ninguna evidencia de que el capital público sea productivo, exceptuando el gasto en educación. Por su parte, García-Milá, McGuire y Porter (1996) realizan un análisis similar usando diferentes especificaciones y distintas definiciones de capital público, obteniendo de nuevo que la elasticidad no es significativamente diferente de cero. Estos autores concluyen que los análisis empíricos anteriores reflejan correlaciones espúrias entre el nivel de producción y el capital público.

Si bien la estimación de funciones de producción donde se incluye el capital público ha sido el principal enfoque empírico seguido al inicio en este campo, también se han aplicado otros métodos de estimación, que de nuevo han arrojado resultados contradictorios sobre la importancia del capital público en el crecimiento económico. Otro enfoque usado en la literatura ha sido la estimación de modelos vectoriales autorregresivos (VAR) que permiten cuantificar la respuesta del nivel de producción ante cambios en el capital público. De nuevo, encontramos resultados contrapuestos sobre la importancia del capital público a la hora de explicar el nivel de producción. Por un lado, autores como Clarida (1993) y Batina (1998, 1999), entre otros, encuentran efectos positivos del capital público. Por el contrario, autores como McMillin y Smith (1994), Otto y Voss (1996) y Voss (2002), encuentran una relación negativa, por lo que tampoco existe una evidencia empírica concluyente a partir de estos análisis.

Otros enfoques utilizados para analizar la importancia del capital público es el denominado dual, en el que se estima un sistema de ecuaciones formado por funciones de costes o beneficios y demandas de factores de producción privados, desarrollado inicialmente por Diewert (1986), o la utilización de métodos de frontera.

Sin embargo, tal y como apuntan Díaz y Martínez (2006), en dichos análisis no se tiene en cuenta el comportamiento de los agentes económicos, así como las consecuencias que tiene la provisión de capital público en un contexto de equilibrio general, lo que puede dar lugar a estimaciones sesgadas de la elasticidad de la producción respecto al capital público. En este sentido, Finn (1993) y Cassou y Lansing (1998) constituyen excepciones por cuanto analizan la importancia del capital público usando modelos de equilibrio general. Por este motivo, en este artículo vamos a utilizar un análisis alternativo para cuantificar la importancia de la inversión pública sobre el crecimiento económico de la economía española, siguiendo los trabajos de Finn (1993) y Cassou y Lansing (1998), a través de la calibración de un modelo de equilibrio general en el que se incluye la existencia de capital público.

Finn (1993) estima un modelo de equilibrio general con infraestructuras de transporte públicas, con el objeto de estudiar si el estancamiento en el crecimiento de la productividad en Estados Unidos a partir de los 70 se ha debido a una falta de inversiones públicas, tal y como afirmaba Aschauer (1989). Usando el Método de los Momentos Generalizados obtiene un valor de la elasticidad del nivel de producción respecto al capital público de 0,16 (si bien muy impreciso, con valores entre 0,32 y 0,001). Guo y Lansing (1997) en un modelo de política fiscal óptima obtienen un valor de 0,0525. Por su parte Cassou y Lansing (1998) utilizan valores entre 0,1 y 0,123, considerándolos incluso como muy elevados. Estos valores están más próximos a los análisis iniciales de Mera (1973) y Ratner (1983) que a los de Aschauer (1989) y Munnell (1990a).

En cualquier caso, podemos observar una importante diferencia entre los valores de la elasticidad del nivel de producción respecto al capital público que se obtienen a partir de las estimaciones de la función de producción agregada de forma individual frente a los que se derivan de la calibración de modelos de equilibrio general. En efecto, tal y como apuntan Hulten y Schawb (1993), la función de producción agregada forma parte de un sistema más amplio, en el cual tanto la variable output como las variables inputs se determinan de forma endógena. Esto supone que los resultados obtenidos de la estimación de funciones de producción individuales puedan estar potencialmente sujetas a problemas de sesgo, dado que deberían ser estimadas dentro de un sistema ecuaciones, ya que todas las variables de la función de producción son endógenas y se determinan de forma simultánea.

En este trabajo vamos a desarrollar un modelo de equilibrio general, en el cual incorporamos la existencia de capital público. A través de la calibración del modelo, usando datos de la economía española para el período 1980-2004, determinamos el valor de la elasticidad del nivel de producción respecto al capital público, obteniendo un valor de 0,068. A partir de este resultado, podemos descomponer la tasa de crecimiento de la producción y de la productividad del trabajo en cuatro factores: cambio tecnológico neutral o productividad total de los factores (PTF), capital privado, horas trabajadas y capital público. Los resultados que obtenemos muestran que la contribución media del capital público al crecimiento de la producción ha sido de 0,35 puntos porcentuales del total de 2,8% registrado durante el período, lo que supone que en torno al 13% del crecimiento de la producción de la economía española se ha debido al efecto del capital público. Por su parte, la aportación al crecimiento de la

productividad ha sido de 0,28 puntos porcentuales, lo que supone que en torno al 16% de las ganancias en productividad se han debido al capital público.

La estructura del trabajo es la siguiente. En la sección 2 se presenta un modelo de crecimiento de equilibrio general en el que se incluye la existencia de capital público en la función de producción agregada de la economía. En la sección 3 se realiza el ejercicio de calibración del modelo teórico. En el apartado 4 se presentan los resultados de la descomposición del crecimiento y de la productividad. Finalmente, la sección 5 recoge las principales conclusiones obtenidas.

2. El modelo

En este apartado presentamos un modelo de equilibrio general en el cual incorporamos la existencia de capital público, con el objetivo de analizar la importancia del mismo sobre el crecimiento económico así como sobre la evolución de la productividad. La economía produce un único bien que es considerado como numerario en términos del cual se fija el precio del resto de variables. Consideramos una función de producción que relaciona el nivel de producción agregado de la economía con tres factores: trabajo, capital privado y capital público. El gobierno fija unos impuestos sobre el consumo de bienes y servicios, sobre los ingresos del capital y sobre los ingresos del trabajo, con el objeto de financiar una secuencia exógena de transferencias, $\{T_t\}_{t=0}^{\infty}$, y una secuencia de inversión pública $\{I_{g,t}\}_{t=0}^{\infty}$. A continuación describimos el comportamiento de los tres agentes económicos.

2.1. Las familias

Consideramos una economía en la que existe un gran número de consumidores, con idénticas preferencias, representadas por la siguiente función de utilidad instantánea:

$$U(C_t, N_t \bar{H} - L_t) = \gamma \log C_t + (1 - \gamma) \log(N_t \bar{H} - L_t) \quad (1)$$

donde C_t representa al consumo privado en bienes y servicios y el ocio se define como $N_t \bar{H} - L_t$, es decir, la población en edad de tomar decisiones de ocio y trabajo, N_t , por el número de horas efectivas al año, \bar{H} , menos las horas dedicadas a trabajar, L_t . Suponemos que las horas efectivas al año, son aquellas disponibles para realizar decisiones de ocio y trabajo, es decir, exceptuando las horas dedicadas a dormir. Consideramos que disponemos de un total de 96 horas a la semana (16 horas diarias por 6 días a la semana), que multiplicado por 52 semanas al año, nos da un valor de \bar{H} de 4.992 horas disponibles al año. El parámetro γ ($0 < \gamma < 1$) nos indica la proporción del consumo sobre el ingreso total.

El problema al que se enfrentan las familias consiste en maximizar el valor de su utilidad:

$$\text{Max}_{\{C_t, L_t\}_t} \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\gamma \log C_t + (1 - \gamma) \log(N_t \bar{H} - L_t) \right] \quad (2)$$

sujeto a la restricción presupuestaria intertemporal del consumidor representativo que viene dada por:

$$(1+\tau_t^c)C_t + K_{t+1} - K_t = (1-\tau_t^l) W_t^e L_t + (1-\tau_t^k) (R_t^e - \delta_K) K_t + T_t \quad (3)$$

dado K_0 el stock de capital privado inicial y donde $\beta \in (0,1)$, es el factor de descuento de los consumidores, T_t son las transferencias *lump-sum* que reciben los consumidores del gobierno, K_t es el stock de capital privado, W_t^e es el precio relativo del factor trabajo (el salario real), R_t^e es el precio relativo del factor capital privado (el tipo de interés real), δ_K es la tasa de depreciación del capital privado y $\tau_p^c, \tau_p^l, \tau_p^k$ con los tipos impositivos al consumo privado, a las rentas salariales y a las rentas netas del capital privado, respectivamente. La restricción presupuestaria nos indica que el consumo más la inversión no pueden exceder la suma de las rentas provenientes del trabajo y de capital, netas de impuestos, más las transferencias².

El stock de capital privado se mueve de acuerdo con:

$$K_{t+1} = (1-\delta_K)K_t + I_t \quad (4)$$

donde δ_K es la tasa de depreciación del capital privado y donde I_t es la inversión bruta.

2.2. Las empresas

El problema para las empresas consiste en encontrar los valores óptimos de utilización de los factores productivos privados, capital y trabajo, dada la presencia de los factores públicos. La empresa representativa se enfrenta a una función de producción del tipo Cobb-Douglas como en el caso de Cassou y Lansing (1998). Para la producción del bien privado final, Y , se requiere los servicios del trabajo, L , y de los dos tipos de capital considerado: capital privado, K , y capital público, G . Tanto los mercados de bienes y servicios como los mercados de factores se suponen perfectamente competitivos. Las empresas alquilan el capital y el trabajo a las familias con el objetivo de maximizar beneficios, tomando como dados tanto el precio de los mismos como la cantidad de capital público. La función de producción viene dada por:

$$Y_t = A_t K_t^{\alpha_1} G_t^{\alpha_2} L_t^{\alpha_3} \quad (5)$$

donde A_t es una medida de la productividad total de los factores, y donde $\alpha_j, j=\{1,2,3\}$ son los parámetros tecnológicos asociados a cada uno de los factores productivos. Suponemos la existencia de rendimientos constantes respecto a los factores productivos, por lo que en equilibrio, si no existiesen inputs públicos, los beneficios de las empresas serían nulos³. Sin embargo, bajo la existencia de inputs públicos y dado que $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1$, las empresas obtienen un beneficio positivo, igual a la diferencia entre el valor de su producción y el coste de los factores productivos privados⁴. De este modo, α_1 sería la proporción de las rentas de capital privado sobre la renta total, α_2 la proporción de las rentas del capital público sobre la renta total y α_3 la proporción de las rentas salariales sobre la renta total.

2.3. El gobierno

Finalmente, consideramos la existencia de un gobierno que se comporta como un agente doble: por un lado obtiene unos ingresos a partir de impuestos y, por otro, destina dichos ingresos a capital público y a transferencias. El gobierno usa los ingresos que obtiene a través de los impuestos para financiar la inversión en capital público que aumenta la productividad total de los factores, entrando en la función de producción como un factor productivo adicional a los factores privados, junto con la realización de transferencias a las familias. Suponemos que la restricción presupuestaria del gobierno se cumple período a período, a través de la devolución de los ingresos provenientes de los impuestos distorsionadores no gastados en inversión pública a las familias a través de transferencias, T_t . Este supuesto se realiza con objeto de simplificar el análisis⁵.

El gobierno obtiene recursos de la economía a través de la fijación de impuestos sobre el consumo y sobre los ingresos del trabajo y del capital, siendo los tipos marginales efectivos, τ_p^c , τ_p^l , τ_p^k , respectivamente. La restricción presupuestaria del gobierno en cada período vendría dada por,

$$\tau_t^c C_t + \tau_t^l W_t^e L_t + \tau_t^k (R_t^e - \delta_K) K_t = T_t + I_{g,t} \quad (6)$$

donde $I_{g,t}$ es la inversión pública. La inversión pública va destinada a la acumulación de capital público, en un proceso similar al del capital privado,

$$G_t = (1 - \delta_G) G_{t-1} + I_{g,t} \quad (7)$$

donde δ_G es la tasa de depreciación del capital público.

2.4. El equilibrio del modelo

Las condiciones de primer orden del problema de las familias son:

$$\gamma \frac{1}{C_t} - \lambda_t (1 + \tau_t^c) = 0 \quad (8)$$

$$(1 - \gamma) \frac{1}{N_t \bar{H} - L_t} + \lambda_t (1 - \tau_t^l) W_t^e = 0 \quad (9)$$

$$\beta^t \lambda_{t+1} \left[(1 - \tau_t^k) R_{t+1}^e + 1 - \delta_K \right] - \lambda_t \beta^{t-1} = 0 \quad (10)$$

donde λ_t es el multiplicador de Lagrange asignado a la restricción presupuestaria en el momento t . Combinando las ecuaciones (8) y (9) obtenemos la condición que iguala la desutilidad marginal de una hora adicional de trabajo con la utilidad marginal de los ingresos derivados de dicha hora trabajada:

$$\frac{1}{N_t \bar{H} - L_t} = \frac{\gamma}{(1-\gamma)} \frac{(1-\tau_t^l) W_t^e}{(1+\tau_t^c) C_t} \quad (11)$$

Combinando la ecuación (8) con la ecuación (10) obtenemos la condición de primer orden intertemporal,

$$\frac{(1+\tau_{t+1}^c)C_{t+1}}{(1+\tau_t^c)C_t} = \beta \left[(1-\tau_t^k)R_{t+1}^e + 1 - \delta_K \right] \quad (12)$$

que nos indica cuál es la senda óptima de consumo a lo largo del tiempo.

Nuestro modelo tiene tres factores productivos. Sin embargo, el tercer factor, el capital público, no tiene precio de mercado. Dado el supuesto de que existen rendimientos constantes a escala respecto a todos los inputs, esto implica que si a los factores privados se les retribuye en función de su productividad marginal, entonces quedaría una parte de la producción sin distribuir. Existen dos posibilidades. En primer lugar, la utilizada por Guo y Lansing (1997) y Cassou y Lansing (1998) en la cual las empresas obtienen beneficios extraordinarios igual a la diferencia entre el valor de la producción y los pagos hechos a los factores privados. Dado que los propietarios de las empresas son las familias, todos los consumidores reciben la misma cantidad de dichos beneficios. En este caso, los beneficios, π_t , que obtendrían las empresas vendrían dados por:

$$\pi_t = (1-\alpha_1-\alpha_3)Y_t$$

que lo incluiríamos como un ingreso en la restricción presupuestaria de las familias, de forma similar a las transferencias.

Una segunda posibilidad, que es la estrategia que vamos a seguir en nuestro análisis, es la propuesta por Fernández de Córdoba y Torres (2007) que consiste en que las rentas generadas por el capital público pueden distribuirse entre los factores privados, en función de la participación de éstos sobre las rentas totales. La idea es que las rentas que genera el capital público y que no aparecen como tales se encuentran incorporadas en las rentas de los factores productivos privados. Así, del problema de maximización de la empresa, obtenemos las siguientes condiciones de primer orden:

$$R_t = \alpha_1 A_t K_t^{\alpha_1-1} G_t^{\alpha_2} L_t^{\alpha_3} \quad (13)$$

$$W_t = \alpha_3 A_t K_t^{\alpha_1} G_t^{\alpha_2} L_t^{\alpha_3-1} \quad (14)$$

Por otra parte, calculando la derivada de la función de producción con respecto al capital público obtenemos:

$$\frac{\partial Y_t}{\partial G_t} = \alpha_2 A_t K_t^{\alpha_1} G_t^{\alpha_2 - 1} L_t^{\alpha_3} \quad (15)$$

Es necesario destacar que la expresión (15) no es una condición del modelo, dado que no hay agentes que reclamen las rentas generadas por el capital público. Bajo nuestro supuesto tampoco R_t y W_t y serían los precios relativos de los factores productivos privados de equilibrio, dado que en ese caso una parte de las rentas privadas correspondería al capital público. Esto es debido a que las empresas no pagan por el uso del capital público, lo que equivaldría a un menor coste de los factores privados que el correspondiente a su productividad marginal. Así, del problema de maximización de beneficios, obtendríamos que las rentas de cada factor productivo serían:

$$\begin{aligned} R_t K_t &= \alpha_1 Y_t \\ W_t L_t &= \alpha_3 Y_t \\ \frac{\partial Y_t}{\partial G_t} G_t &= \alpha_2 A_t K_t^{\alpha_1} G_t^{\alpha_2} L_t^{\alpha_3} = \alpha_2 Y_t \end{aligned}$$

Dado que el coste por el uso del capital público es cero, la suma de las anteriores expresiones sería inferior al nivel de producción de la economía. De hecho, las empresas generarían beneficios extraordinarios en la magnitud $\frac{\partial Y_t}{\partial G_t} G_t = \alpha_2 A_t K_t^{\alpha_1} G_t^{\alpha_2} L_t^{\alpha_3}$, dado que estas rentas no son imputadas a los propietarios de este factor, ya que habitualmente el gobierno no carga el precio que cubre los costes de los servicios que oferta a partir de la contribución del capital público. En nuestro caso, suponemos que las rentas generadas por los inputs públicos se distribuyen entre las rentas de los inputs privados, de forma que las rentas generadas por los factores privados de equilibrio vendrían dadas por:

$$\begin{aligned} R_t^e K_t &= \alpha_1 A_t K_t^{\alpha_1} G_t^{\alpha_2} L_t^{\alpha_3} + s \alpha_2 A_t K_t^{\alpha_1} G_t^{\alpha_2} L_t^{\alpha_3} \\ W_t^e L_t &= \alpha_3 A_t K_t^{\alpha_1} G_t^{\alpha_2} L_t^{\alpha_3} + (1-s) \alpha_2 A_t K_t^{\alpha_1} G_t^{\alpha_2} L_t^{\alpha_3} \end{aligned}$$

Como podemos comprobar, el retorno efectivo al capital R_t^e incluye la proporción s de la renta generada por los inputs públicos, y el retorno efectivo al factor trabajo W_t^e , absorbe el porcentaje $(1-s)$ restante. Si suponemos que $s = \alpha_1 / (\alpha_1 + \alpha_3)$, entonces obtendríamos que:

$$R_t^e K_t = \alpha_1 \left(1 + \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_3}\right) Y_t = \alpha Y_t \quad (16)$$

$$W_t^e L_t = \alpha_3 \left(1 + \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_3}\right) Y_t = (1 - \alpha) Y_t \quad (17)$$

donde α es la participación de las rentas del capital (privado) en la renta total y donde $(1-\alpha)$ es la participación de las rentas del trabajo en la renta total.

La relación entre los ingresos de los factores privados y las rentas generadas por el capital público sería:

$$\frac{R_t^e K_t}{\frac{\partial Y_t}{\partial G_t} G_t} = \frac{\alpha_1 \left(1 + \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_3} \right)}{\alpha_2}$$

$$\frac{W_t^e L_t}{\frac{\partial Y_t}{\partial G_t} G_t} = \frac{\alpha_3 \left(1 + \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_3} \right)}{\alpha_2}$$

Finalmente, la economía debe cumplir la siguiente restricción de factibilidad:

$$C_t + I_t + I_{g,t} = R_t^e K_t + W_t^e L_t \quad (18)$$

3. Datos, parámetros y calibración

Para poder utilizar nuestro modelo con el objetivo de cuantificar la importancia del capital público sobre el crecimiento económico, en primer lugar hay que asignar valores a los diferentes parámetros. Los parámetros del modelo son los siguientes:

$$\{\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha, \delta_K, \delta_G, \beta, \gamma, \tau^c, \tau^l, \tau^k\}$$

Los parámetros fundamentales para nuestro análisis son los que aparecen en la función de producción. En la calibración del modelo anterior, necesitamos diferentes conjuntos de información: series de las variables endógenas, parámetros tecnológicos, parámetros de preferencias y tipos impositivos.

Los datos usados son anuales y en términos reales. Las series para el nivel de producción (Valor Añadido Bruto), Y_t , horas trabajadas, L_t , y población entre 16 y 65 años, N_t , han sido obtenidas del Instituto Nacional de Estadística (INE). Dado que el capital residencial no pertenece al concepto de capital productivo, el Valor Añadido Bruto excluye dicho concepto.

Las series de capital privado y público que vamos a utilizar en nuestro análisis, así como sus tasas de depreciación, se han obtenido usando como fuente de información de partida la base de datos elaborada por la Fundación BBVA-IVIE. Esta base de datos presenta medicio-

nes de capital productivo real para el período 1964-2004 desagregados por 43 ramas de actividad y para un total de 18 activos⁶. El concepto de capital que vamos a usar en este trabajo es el concepto de valor de los servicios del capital, que es el concepto adecuado para la realización de estudios sobre la productividad. Contrariamente a lo que sucede con el capital bruto y neto, que vienen expresados en unidades monetarias y pueden ser agregados los valores correspondientes a cada activo, este procedimiento no es aplicable al caso del capital productivo. La razón es que cada activo proporciona distintos servicios a la producción en función de la evolución del precio de los mismos y de su vida media.

Para construir nuestras series de capital público y privado, hemos utilizado la metodología propuesta por la OCDE en su *Manual de Productividad*, (OECD, 2001). Las series de capital se obtienen a partir de los datos desagregados por activo de capital productivo y calculando su coste de uso, que se toma como ponderación para la agregación de los diferentes activos. Para la agregación utilizamos el índice de Törnqvist. Dicha metodología se ha aplicado a un total de 17 activos, excluyéndose el activo correspondiente a “viviendas”. El stock de capital privado se ha construido a partir de la agregación de los diferentes activos para las ramas productivas privadas (ramas 1 a 30 y ramas 41 a 43). El stock de capital público se ha obtenido a partir de la agregación de los diferentes activos correspondientes a las ramas de actividad 31 a 40⁷.

Siguiendo la metodología de la OCDE, el coste de uso se define como:

$$\mu_{i,t} = p_{i,t}(r_t + \pi_t + \delta_{i,t} - q_{i,t})$$

donde $\mu_{i,t}$ es el coste de uso del activo i , $p_{i,t}$ es el precio del activo i , r_t es el tipo de interés real, π_t es la tasa de inflación, $\delta_{i,t}$ es la tasa de depreciación del activo i y $q_{i,t}$ representa las pérdidas o ganancias de capital derivadas de la variación en el precio del activo i . Para el cálculo del coste de uso se ha usado un tipo interés real del 4%, y utilizando una media móvil centrada de tres años para la inflación y las variaciones en los precios de los activos, siguiendo el procedimiento empleado por la OCDE. El índice de Törnqvist de los servicios de capital para el conjunto de los activos pertenecientes a las ramas pública y privada, se calcula como:

$$IT_t = \prod_{i=1}^{17} \left[\frac{KP_{i,t}}{KP_{i,t-1}} \right]^{\bar{v}_i}$$

donde $KP_{i,t}$ es el stock de capital productivo para el activo i , e IT_t es el índice de Törnqvist de los servicios del capital agregado, siendo:

$$\bar{v}_{i,t} = \frac{v_{i,t} + v_{i,t-1}}{2}$$

$$v_{i,t} = \frac{\mu_{i,t} KP_{i,t}}{\sum_{i=1}^{17} \mu_{i,t} KP_{i,t}}$$

La figura 1 muestra la evolución de la ratio capital público/capital privado. Tal y como podemos observar dicha ratio ha mostrado una tendencia creciente hasta 1995, fecha a partir de la cual se produce una disminución en la misma como consecuencia de un menor proceso inversor público en relación con el privado, si bien las tasas de crecimiento del capital público se mantuvieron en niveles similares. Por otra parte, dicha ratio se ve influida por la distinta composición de activos de los sectores públicos y privados, con variaciones en los precios diferentes, que afectan a la evolución del valor de los servicios de cada tipo de capital.

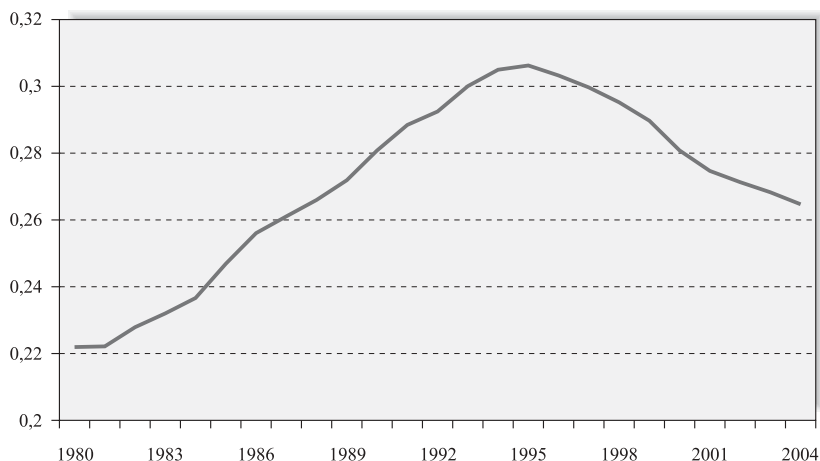


Figura 1. Ratio capital público/capital privado

- *Tasas de depreciación* $\{\delta_K, \delta_G\}$. Las ratios de depreciación del capital privado δ_K y del capital público δ_G se han calculado siguiendo la metodología propuesta por la OCDE (OECD, 2001). En primer lugar, hemos calculado un total de 17 tasas de depreciación, para cada uno de los activos considerados, como la ratio de la inversión destinada a la reposición de capital sobre el capital total. La tasa de depreciación de cada uno de los 17 activos considerados se ha calculado como:

$$\delta_{i,t} = \frac{D_{i,t}}{KW_{i,t-1}}, \quad i = 1, \dots, 17$$

donde D_i es el consumo de capital fijo en el activo i y KW_i es el stock de capital neto del activo i . El consumo de capital fijo de cada activo se calcula como:

$$D_{i,t} = IR_{i,t} - (KW_{i,t} - KW_{i,t-1}) \quad i = 1, \dots, 17$$

donde IR_i es la inversión real en el activo i . La agregación se ha realizado en función del porcentaje de stock de capital neto para cada activo que corresponden al sector privado y al sector público, respectivamente. Los valores medios resultantes para el período son una tasa de depreciación del 4,46% para el capital privado y del 2,86% para el capital público.

- *Impuestos* $\{\tau^c, \tau^k, \tau^l\}$. Los agentes toman sus decisiones dependiendo de las tasas impositivas marginales, por lo que se hace necesario disponer de medidas adecuadas de los tipos marginales con el objeto de tener en cuenta sus efectos distorsionadores, principalmente en relación a la acumulación del capital. No obstante, tal y como apuntan Mendoza *et al.* (1994), la estimación de los tipos marginales es una tarea bastante complicada, dadas las limitaciones respecto a la información disponible y la complejidad de los sistemas fiscales. Estos autores proponen estimar tasas medias efectivas, mostrando que dichas tasas medias se sitúan en el rango de las tasas marginales estimadas en la literatura y que muestran una evolución temporal similar. En nuestro caso, usamos las tasas medias efectivas para la economía Española estimadas por Boscá *et al.* (2005), siguiendo la metodología de Mendoza *et al.* (1994). Estos tipos impositivos son: $\tau^c = 0,096$, $\tau^k = 0,20$, $\tau^l = 0,32$.
- *Participación en la renta* $\{\alpha\}$. La participación de las rentas del capital, α , y del trabajo, $1-\alpha$, en la renta total utilizadas son los valores medios para el período 1980-2004, procedente de la base de datos *Total Economy Growth Accounting* elaboradas por el *Groningen Growth and Development Center*. Estos valores son 0,27 para las rentas del capital y 0,73 para las rentas del trabajo. La relación entre las participaciones de las rentas del capital y del trabajo respecto a los parámetros de nuestra función de producción son:

$$\alpha = \alpha_1 \left(1 + \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_3}\right)$$

$$1 - \alpha = \alpha_3 \left(1 + \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_3}\right)$$

Dados los valores para α , δ_K , δ_G , τ^c , τ^l , τ^k , calculamos los restantes cinco parámetros α_1 , α_2 , α_3 , β , γ como sigue. En primer lugar, dado el supuesto de rendimientos constantes a escala podemos definir $\alpha_1 = 1 - \alpha - \alpha_3$. Los parámetros de preferencias β y γ se obtienen a partir de las características de largo plazo de los datos correspondientes a la economía española. Para determinar el tipo de interés de largo plazo, tenemos en cuenta que durante el período 1980-2004 la ratio K/Y_t es de 1,86. El tipo de interés a largo plazo lo obtenemos multiplicando la inversa de dicha ratio por la participación de las rentas del capital privado sobre las rentas totales de la economía, tal y como viene determinado por la expresión (16). Por otra parte, respecto a la oferta de trabajo, suponemos que los consumidores dedican en torno al 30% de su tiempo disponible a trabajar. La tabla 1 muestra los resultados obtenidos. Tal y como podemos comprobar, el parámetro de interés de nuestro análisis es α_2 , esto es,

la elasticidad del nivel de producción respecto al capital público, para el cual obtenemos un valor de 0,068, mientras que los correspondientes al capital privado y al empleo son de 0,2516 y de 0,6803, respectivamente. Estos valores implican que la participación del capital privado en la renta total de la economía debería ser del 25,2%, pero debido a la existencia de capital público, es del 27% ($\alpha=0,27$), dado que se apropia de parte de la renta generada por el capital público. Para las rentas laborales obtenemos que mientras éstas deberían suponer el 68% del total de rentas, en la realidad suponen el 73% ($1-\alpha=0,73$) debido al capital público.

Tabla 1
VALORES CALIBRADOS DE LOS PARÁMETROS

α_1	0,2516	β	0,962
α_2	0,0680	γ	0,458
α_3	0,6803	τ^c	0,11
δ	0,0446	τ^l	0,34
δ_G	0,0286	τ^k	0,22

La literatura empírica muestra un amplio rango de valores para la elasticidad del nivel de producción respecto al capital público que va desde un valor nulo, según el cual el capital público no tendría ningún efecto sobre el nivel de producción de la economía, hasta valores que son implausiblemente elevados e incluso superiores a los obtenidos para el capital privado. Así, Aschauer (1989) obtiene valores que van de 0,39 a 0,59, mientras que Munnell (1990a) obtiene un valor de 0,34. Por el contrario, autores como Aaron (1990), Tatom (1991), Holtz-Eakin (1994), Evans y Karras (1994a y b), García-Milá *et al.* (1996), entre otros muchos, obtienen valores nulos o muy pequeños. Cassou y Lansing (1998) a través de la calibración de un modelo de equilibrio general similar al nuestro obtiene valores entre 0,1 y 0,123 para Estados Unidos, ligeramente superiores al que obtenemos en nuestro análisis. Guo y Lansing (1997), por el contrario, obtienen un valor más reducido, de 0,0525. Por su parte, Finn (1993) estimando a través de GMM un modelo de equilibrio general obtiene un valor de 0,158.

Para la economía española existe una muy amplia literatura empírica que estima la elasticidad del nivel de producción respecto al capital público, utilizando una gran variedad de técnicas. Bajo y Sosvilla (1993) estiman una función de producción incluyendo capital público para la economía española para el período 1964-1988, obteniendo un valor de la elasticidad del nivel de producción respecto al capital público de 0,19. Argimón *et al.* (1994) obtienen una elasticidad superior, de 0,30. Sin embargo, De la Fuente (2003) obtiene un valor de la elasticidad de 0,106, inferior a los anteriores y muy similar al que obtenemos en el presente estudio. A su vez, Mas *et al.* (1994) realizan el análisis a nivel de las regiones españolas, teniendo en cuenta los posibles efectos desbordamiento, obteniendo valores entre 0,2 y 0,3. Mas *et al.* (1996) obtienen un valor de 0,077 para el período muestral 1973-1991, muy similar al obtenido en este trabajo.

Por otra parte, Avilés *et al.* (2003) analizan la importancia de las infraestructuras públicas utilizando el enfoque dual, para las regiones considerando la existencia de efectos des-

bordamiento y obteniendo un valor para la elasticidad de 0,25. Finalmente, Delgado y Alvarez (2004) utilizando el método de la técnica de la frontera estocástica obtienen un valor de la elasticidad de la producción respecto al capital público de 0,066 para la economía española, valor muy por debajo de los resultados obtenidos en los trabajos empíricos reseñados anteriormente, pero prácticamente idéntico al obtenido en el presente análisis.

3.1. Análisis de sensibilidad

Finalmente, realizamos un análisis de sensibilidad con el objeto de estudiar cómo los resultados obtenidos se ven afectados por alteraciones en el entorno económico considerado. En concreto, estudiamos cómo el valor de la elasticidad del nivel de producción respecto al capital público obtenida anteriormente se ve afectada por el valor de los restantes parámetros tecnológicos, así como por la especificación de la función de tecnología considerada.

La tabla 2 muestra cómo cambian los valores de dicha elasticidad ante valores del parámetro de participación de las rentas del capital privado en las rentas totales, α . Con un valor de $\alpha=0,27$, que es el valor usado en la calibración del modelo, el valor obtenido de la elasticidad del nivel de producción respecto al capital público, α_2 , es de 0,068. Valores mayores de este ratio de participación de las rentas del capital privado en las rentas totales provocan un valor superior para dicha elasticidad. Así, para un valor $\alpha=0,3$, lo que significa una menor participación de las rentas del trabajo en las rentas totales, del 0,7, la elasticidad de la producción respecto al capital público aumentaría a 0,075. Por tanto, obtenemos que el valor de la elasticidad de la producción respecto al capital público aumenta cuanto mayor sea la participación de las rentas del capital privado en las rentas totales, o equivalentemente, cuanto menor sea la participación de las rentas del trabajo ($1-\alpha$) en la renta total.

Tabla 2
SENSIBILIDAD DE LOS RESULTADOS RESPECTO AL VALOR DE α

α	α_2
0,25	0,0633
0,27	0,0680
0,30	0,0751
0,35	0,0863

A continuación, analizamos la sensibilidad de los resultados ante la especificación utilizada para la tecnología. Los resultados obtenidos en nuestro análisis están basados en el supuesto de la existencia de una tecnología del tipo Cobb-Douglas respecto a los tres inputs productivos. Esto significa que suponemos la existencia de una elasticidad de sustitución entre capital público y capital privado igual a la unidad. Este supuesto es el habitualmente utilizado en la literatura (véase por ejemplo, Finn, 1993; Guo y Lansing, 1997; Cassou y Lansing, 1998), ya que se supone que ambos capitales son homogéneos y, por tanto, su elasticidad de sustitución es unitaria. Con objeto de analizar la posibilidad de que la elasticidad de sustitución entre capital público y privado fuese inferior a la unidad, recalculamos de

nuevo el modelo pero suponiendo que la función de producción es del tipo CES que incluye una función del tipo Cobb-Douglas para los factores productivos privados:

$$Y_t = A_t \left[\alpha_2 G_t^\rho + (1 - \alpha_2) (K_t^{\alpha_1} L_t^{\alpha_3})^\rho \right]^{1/\rho}$$

donde $1/(1-\rho)$ es la elasticidad de sustitución entre capital público y capital privado. En el caso de una tecnología del tipo Cobb-Douglas, el parámetro ρ sería cero, por lo que la elasticidad de sustitución entre ambos tipos de capital sería unitaria.

La tabla 3 presenta los resultados obtenidos de utilizar esta función de tecnología para diferentes valores de la elasticidad de sustitución inferiores a la unidad. Como podemos observar, a medida que disminuye la elasticidad de sustitución entre capital público y privado aumenta el valor de la elasticidad del nivel de producción frente al capital público. Así, mientras que para el caso de una elasticidad de sustitución unitaria entre capital público y privado el valor de la elasticidad de la producción frente al capital público sería de 0,068 (el valor de referencia utilizado) para el caso de una elasticidad de sustitución de 0,9, el valor de la elasticidad de la producción respecto al capital público aumentaría hasta 0,080. En efecto, si la elasticidad de sustitución entre el capital público y el privado es inferior a la unidad, esto quiere decir que dicho capital no puede ser sustituido de forma perfecta por el sector privado, por lo que la producción agregada de la economía se hace más sensible a la dotación de este tipo de capital proporcionada por el gobierno.

Tabla 3
SENSIBILIDAD DE LOS RESULTADOS RESPECTO A LA ELASTICIDAD
DE SUSTITUCIÓN ENTRE CAPITAL PÚBLICO Y PRIVADO

ρ	$1/(1-\rho)$	α_2
0,00	1,00	0,0680
-0,01	0,99	0,0692
-0,05	0,95	0,0709
-0,10	0,90	0,0804

En términos generales, los análisis de sensibilidad realizados nos indican que el valor de la elasticidad de la producción respecto al capital público no cambia de forma significativa frente a cambios tanto en los parámetros tecnológicos como a la propia función de tecnología. Para un amplio rango posible de valores obtenemos que la elasticidad de la producción respecto al capital público se sitúa en el rango 0,06-0,09.

4. Contribución del capital público al crecimiento económico y a la productividad

Una vez obtenido el valor de la elasticidad del nivel de producción respecto al capital público a través de la calibración del modelo, en esta sección vamos a analizar la importancia

cuantitativa del capital público sobre el crecimiento y la productividad de la economía española durante el período 1980-2004, a través de un ejercicio de descomposición del crecimiento.

En primer lugar, calculamos la Productividad Total de los Factores a partir de la expresión (5), usando las series de producción, capital privado, capital público y los parámetros calibrados en la sección anterior. El resultado aparece en la figura 2, donde se observa la disminución en la PTF que se produce a partir de mediados de la década de los noventa.

A partir de la función de producción, la tasa de crecimiento de la economía puede descomponerse en los siguientes factores:

$$g_{Y,t} = g_{A,t} + \alpha_1 g_{K,t} + \alpha_2 g_{G,t} + \alpha_3 g_{L,t}$$

siendo g_i la tasa de crecimiento de la variable i . Los resultados de este ejercicio de descomposición aparecen recogidos en el tabla 4. El crecimiento anual medio de la economía española durante el período analizado fue de 2,81%. Por otra parte, distinguiendo dos subperíodos, 1980-1992 y 1993-2004, obtenemos que si bien el crecimiento medio anual es muy similar en ambos subperíodos, la contribución de los diferentes factores varía considerablemente. Para el período completo, la aportación de la PTF ha sido de 0,60 puntos porcentuales, lo que supone que un 21% del crecimiento total ha sido debido a aumentos en la PTF. Por su parte, la aportación del capital privado ha sido de 1,12 puntos porcentuales, la más elevada, lo que supone en torno al 40% del crecimiento total. Por lo que respecta al empleo, su aportación ha sido de 0,73 puntos porcentuales, lo que supone un 26% del crecimiento. Finalmente, la aportación del capital público al crecimiento del período ha sido de 0,35 puntos porcentuales, lo que significa que en torno al 13% del crecimiento económico registrado se ha debido al capital público.



Figura 2. Productividad total de los factores

Analizando ambos subperíodos observamos que tanto la aportación del capital privado como la del capital público, se mantiene en niveles similares, si bien no ocurre lo mismo respecto al empleo y a la PTF, que experimentan importantes variaciones. No obstante, observamos que la aportación del capital público en el segundo subperíodo (0,27 puntos porcentuales) es inferior al registrado en el primero (0,44 puntos porcentuales), dada la pérdida relativa de importancia del capital público respecto al capital privado, si bien es de destacar que el capital público sigue siendo un factor de gran importancia a la hora de determinar el crecimiento agregado de la economía española.

Tabla 4
DESCOMPOSICIÓN DEL CRECIMIENTO DEL NIVEL DE PRODUCCIÓN

	1980-2004	1980-1992	1993-2004
Tasa de crecimiento			
PTF	0,60	1,40	-0,19
Capital privado	1,12	1,04	1,20
Capital público	0,35	0,44	0,27
Empleo	0,73	-0,09	1,56
Producción	2,81	2,78	2,84
Porcentaje			
PTF	0,21	0,50	-0,07
Capital privado	0,40	0,37	0,42
Capital público	0,13	0,16	0,09
Empleo	0,26	-0,03	0,55

En la tabla 5 presentamos los resultados sobre la productividad del trabajo, a través de la siguiente descomposición:

$$g_{Y,t} - g_{L,t} = g_{A,t} + \alpha_1(g_{K,t} - g_{L,t}) + \alpha_2(g_{G,t} - g_{L,t})$$

que nos permite apreciar de forma directa la importancia que ha tenido el capital público en la evolución de la productividad de la economía española. Como podemos observar, el crecimiento medio de la productividad durante el período ha sido del 1,73%, si bien con importantes diferencias entre los dos subperíodos analizados. Mientras que en el subperíodo 1980-1992 el crecimiento de la productividad del trabajo casi alcanza el 3%, durante el segundo subperíodo 1993-2004 apenas supera el 0,5%. Respecto al período completo, la mayor aportación, tal y como sucedía en el caso del crecimiento agregado de la economía, corresponde al capital privado, con 0,85 puntos porcentuales, casi el 50% del crecimiento de la productividad, mientras que la contribución de la PTF es del 0,60 puntos porcentuales (en torno al 35% del crecimiento de la productividad).

Por lo que respecta al capital público, su aportación al crecimiento de la productividad del trabajo ha sido de 0,28 puntos porcentuales durante el período analizado, lo que supone que en torno al 16% de las ganancias de productividad durante el período han sido debidas al capital público. Este resultado muestra claramente que el capital público ha sido un factor muy importante en la evolución de la productividad de la economía española.

Tabla 5
DESCOMPOSICIÓN DEL CRECIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

	1980-2004	1980-1992	1993-2004
Tasa de crecimiento			
PTF	0,60	1,40	-0,19
Capital privado	0,85	1,07	0,62
Capital público	0,28	0,45	0,11
Productividad	1,73	2,92	0,54
Porcentaje			
PTF	0,35	0,48	-0,35
Capital privado	0,49	0,37	1,15
Capital público	0,16	0,15	0,21

5. Conclusiones

El objetivo de este trabajo ha sido estudiar la importancia del capital público como factor de crecimiento, aplicado a la evolución de la economía española durante el período 1980-2004. Para ello hemos utilizado un método alternativo a los trabajos realizados con anterioridad, consistente en la calibración de un modelo de equilibrio general, que nos permite calcular la participación de las rentas generadas por el capital público sobre la renta total, que no son observables ya que no disponen de un precio.

Los resultados obtenidos muestran una elasticidad del nivel de producción respecto al capital público de 0,068, similar a la obtenida en otros trabajos que utilizan un contexto de equilibrio general, como Cassou y Lansing (1998) y Guo y Lansing (1997) para Estados Unidos, aunque inferior a la mayoría de trabajos empíricos realizados anteriormente para la economía española usando diferentes métodos de estimación, a excepción de los trabajos de Mas *et al.* (1996) y Delgado y Álvarez (2004), cuyas estimaciones de la elasticidad son prácticamente idénticas a la obtenida en este trabajo. En términos generales, nuestro resultado es diferente respecto al que se obtiene en otros estudios empíricos que estiman la función de producción agregada de la economía de forma individual, donde la elasticidad de la producción frente al capital público resulta más elevada. Sin embargo, estos trabajos no tienen cuenta los efectos de equilibrio general que se derivan de la provisión de capital público, lo que podría sesgar los resultados obtenidos. No obstante, aunque obtenemos un valor significativamente más reducido que en otros análisis previos realizados para la economía española, el valor de la elasticidad obtenido en el presente análisis lo podemos considerar como relativamente elevado, generando importantes efectos cuantitativos del capital público sobre el crecimiento económico. Así, realizando un simple ejercicio de descomposición del crecimiento, obtenemos que aproximadamente el 13% del crecimiento de la economía española durante el período 1980-2004 se ha debido al capital público, mientras que explicaría el 16% del crecimiento registrado en la productividad del trabajo.

Notas

1. Existe una gran cantidad de panorámicas sobre la literatura, tales como Draper y Herce (1994), Sturm *et al.* (1997) y Díaz y Martínez (2006), entre otros muchos. Un trabajo más reciente, en el cual se realiza una revisión crítica de la literatura, es el de Romp y de Haan (2007).
2. El uso de este modelo altamente agregado no posibilita la distinción entre horas no trabajadas y desempleo. Tal y como apunta uno de los evaluadores, durante el período analizado la tasa de paro de la economía española ha sido considerable, principalmente en el subperíodo 1980-1992. La existencia de desempleo puede introducirse considerando explícitamente la existencia de un mercado de trabajo no walrasiano, a partir del cual podría derivarse la tasa de paro de la economía. Sin embargo, la inclusión de estos elementos no alterarían los resultados obtenidos en nuestro análisis, dado que el modelo se calibra respecto al número total de horas realmente trabajadas en la economía española.
3. En efecto, la función de producción agregada de la economía con los tres inputs la podemos escribir como $Y_t = A_t G_t^{\alpha_1} K_t^{\alpha_2} L_t^{1-\alpha_1-\alpha_2}$. Si no existiesen inputs públicos α_2 sería cero, por lo que la función de producción quedaría como $Y_t = A_t K_t^{\alpha_1} L_t^{1-\alpha_1}$.
4. Este supuesto está apoyado en diferentes estudios empíricos (véase por ejemplo Ai y Cassou, 1995).
5. Este supuesto ha sido usado por Barro (1990), Glomm y Ravikumar (1994), Cassou y Lansing (1998), entre otros. Estos autores argumentan que este esquema puede representar una aproximación muy cercana a las restricciones que existen en la realidad y que impiden a los gobiernos mantener desequilibrios fiscales elevados. Por otra parte, los resultados derivados del modelo no cambian significativamente si se introduce la posibilidad de desequilibrios fiscales período a período.
6. Los activos considerados por la base de datos FBBVA-Ivie son los siguientes: viviendas; infraestructuras viarias; infraestructuras hidráulicas públicas; infraestructuras ferroviarias; infraestructuras aeroportuarias; infraestructuras portuarias; infraestructuras urbanas de Corporaciones Locales; otras construcciones; vehículos de motor; otro material de transporte; productos de agricultura, ganadería y pesca; productos metálicos; maquinaria y equipo mecánico; maquinaria de oficina y equipo informático; comunicaciones, otra maquinaria y equipo; software; y otros productos. Las series de capital público y privado se han construido utilizando 17 activos, no considerándose el activo "viviendas".
7. Esta base de datos está disponible en la página web de la Fundación BBVA, www.fbbva.es

Referencias

- Aaron, H. (1990), "Discussing of 'Why is infrastructure important?'" en Munnell, A. (Ed.) *Is there a shortfall in public capital investment?*, Federal Reserve Bank of Boston.
- Ai, C. y Cassou, S. (1995), "A normative analysis of public capital", *Applied Economics*, 27: 1.001-1.209.
- 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: 207-252.
- Arrow, K. J. y Kurz, M. (1970), *Public Investment, the Rate of Return and Optimal Fiscal Policy*, The Johns Hopkins Press: Baltimore.
- Aschauer, D. (1989a), "Is public expenditure productive?", *Journal of Monetary Economics*, 23: 177-200.

- Avilés, A.; Gómez, R. y Sánchez-Maldonado, J. (2003), “Capital público, actividad económica privada y efectos desbordamiento: Un análisis por Comunidades Autónomas de los sectores Industria y Construcción en España”, *Hacienda Pública Española/Revista de Economía Pública*, 165: 25-51.
- Bajo, O. (2000), “A further generalization of the Solow model: the role of the public sector”, *Economics Letters*, 68: 79-84.
- Bajo, O. y Sosvilla. S. (1993), “Does public capital affect private sector performance? An analysis of the Spanish case”, *Economic Modelling*, 10: 179-186.
- Barro, R. (1990), “Government spending in a simple model of endogenous growth”, *Journal of Political Economy*, 98: 103-125.
- Barro, R. y Sala-i-Martin (1992), “Public Finance in models of economic growth”, *Review of Economic Studies*, 59: 645-661.
- Batina, R. (1998), “On the long run effects of public capital and disaggregated public capital on aggregate output”, *International Tax and Public Finance*, 5: 263-281.
- Batina, R. (1999), “On the long run effects of public capital on aggregate output: estimation and sensitivity analysis”, *Empirical Economics*, 24: 711-717.
- Boscá, J.; García, J. y Taguas, D. (2005), “La fiscalidad en la OCDE: 1965-2001”, *Documento de trabajo Ministerio de Economía y Hacienda D-2005-06*.
- Cassou, S. y Lansing, K. (1998), “Optimal fiscal policy, public capital and the productivity slowdown”, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 22: 911-935.
- Cashin, P. (1995), “Government spending, taxes, and economic growth”, *International Monetary Fund Staff Papers*, 42: 237-269.
- Clarida, R. (1993), “International capital mobility, public investment and economic growth”, *NBER Working Paper*, 4.506.
- Cutanda, A. y Paricio, J. (1994), “Infrastructure and regional economic growth: the Spanish case”, *Regional Studies*, 28: 69-77.
- De la Fuente, A. (2003), “El impacto de los Fondos Estructurales: Convergencia real y cohesión interna”, *Hacienda Pública Española/Revista de Economía Pública*, 165: 129-148.
- Delgado, M. J. y Álvarez, I. (2004), “Capital público y eficiencia productiva: evidencia para la UE-15”, *Hacienda Pública Española/Revista de Economía Pública*, 168: 27-46.
- Díaz, C. y Martínez, D. (2006), “Inversión pública y crecimiento: un panorama”, *Hacienda Pública Española/Revista de Economía Pública*, 176: 109-140.
- Diewert, W. (1986), “The measurement of the economic benefits of infrastructure services”, en M. Beckmann y W. Krelle, (eds.), *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, 278, Berlin-Heidelberg.
- Draper, M. y Herce, J. A. (1994), “Infraestructuras y crecimiento: un panorama”, *Revista de Economía Aplicada*, 6: 129-168.

- Evans, P. y Karras, G. (1994), "Is government capital productive? Evidence from a panel of seven countries", *Journal of Macroeconomics*, 16: 271-279.
- Fernández de Córdoba, G. y Torres, J. L. (2007), "Fiscal Harmonization in the Presence of Public Inputs", *Economic Working Papers Centro de Estudios Andaluces*, E2007/08.
- Finn, M. (1993), "Is all government capital productive?", *Federal Reserve Bank of Richmond Economic Quarterly*, 79: 53-80.
- Ford, R. y Poret, P. (1991), "Infrastructure and private sector productivity", *OECD Economic Studies*, 17: 63-89.
- García-Milá, T.; McGuire, T. y Porter, R. (1996), "The effect of public capital in state-level production functions reconsidered", *Review of Economics and Statistics*, 78: 177-180.
- Glomm, G. y Ravikumar, B. (1994), "Public investment in infrastructure in a simple growth model", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 18: 1.173-1.187.
- Guo, J. y Lansing, K. (1997), "Tax structure and welfare in a model of optimal fiscal policy", *Economic Review Federal Reserve Bank of Cleveland*, 1: 11-23.
- Holtz-Eakin, D. (1994), "Public-sector capital and the productivity puzzle", *Review of Economics and Statistics*, 76: 12-21.
- Hulten, C. R. y Schwab, R. M. (1993), "Infrastructure spending: where do we go from here?", *National Tax Journal*, 46: 261-273.
- Mas, M.; Maudos, J.; Pérez, F. y Uriel, E. (1994), "Disparidades regionales y convergencia en las Comunidades Autónomas", *Revista de Economía Aplicada*, 4: 129-148.
- Mas, M.; Maudos, J.; Pérez, F. y Uriel, E. (1996), "Infrastructures and productivity in the Spanish regions", *Regional Studies*, 30: 641-649.
- McMillin, W. y Smith, D. (1994), "A multivariate time series analysis of the United States aggregate production function", *Empirical Economics*, 19: 659-674.
- Mendoza, E.; Razin, A. y Tesar, L. (1994), "Effective tax rates in macroeconomics. Cross-country estimated of tax rates on factor incomes and consumption", *Journal of Monetary Economics*, 43: 297-323.
- Munnell, A. (1990a), "Why has productivity growth declined?: Productivity and public investment", *New England Economic Review*, January/February, 3-22.
- Munnell, A. (1990b), "How does public infrastructure affect regional economic performance?", en A. H. Munnell (ed.). *Is There a Shortfall in Public Capital Investment?*, Federal Reserve Bank of Boston, Conference Series, 34: 60-103.
- Mera, K. (1973), "Regional production functions and social overhead capital: An analysis of the Japanese case", *Regional and Urban Economics*, 3: 157-186.
- OECD (2001), *Measuring Productivity: Measurement of aggregate and industry-level productivity growth*, OECD Manual.

- Otto, G. y Voss, G. (1996), "Public capital and private sector productivity", *The Economic Record*, 70: 121-132.
- Pestieau, P. (1974), "Optimal taxation and discount rate for public investment in a growth setting", *Journal of Public Economics*, 3: 217-235.
- Ratner, J. (1983), "Government capital and the production function for U.S. private output", *Economics Letters*, 13: 213-217.
- Romp, W. y de Haan, J. (2007), "Public capital and economic growth: A critical survey", *Perspektien der Wirtschaftspolitik*, 8 (Special Issue): 6-52.
- Sturm, J. E.; Kuper, G. H. y de Haan, J. (1997), "Modelling government investment and economic growth on a macro level: a review", en Brakman, S. and van Ees, H. (Eds.) *Market Behaviour and Macroeconomic Modelling*, MacMillan, London.
- Tatom, J. (1991), "Public capital and private sector performance", *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 73: 3-15.
- Voss, G. (2002), "Public and private investment in the United States and Canada", *Economic Modelling*, 19: 641-664.
- Weitzman, M. (1970), "Optimal growth with scale economies in the creation of overhead capital", *Review of Economic Studies*, 37: 556-570.

Abstract

This paper analyses the contribution of public capital stock to output and productivity growth in Spain. We use a simple growth general equilibrium model in which public capital stock is included as an additional input to private factors. Calibration of the model to the Spanish economy for the period 1980-2004 shows that the output elasticity of public capital is 0.068. For the period 1980-2004 we find that the average contribution of public capital to output growth was of 0.35 percentage points, of an output growth of 2.8% per year. This implies that about 13% of all output growth was due to public capital.

Key words: Public capital, growth decomposition, productivity, general equilibrium.

JEL classification: E22, O30, O40.

