

RELACIONES DE PRODUCTIVIDAD ENTRE CAPITAL PÚBLICO Y PRIVADO

Pablo Romero Gil Delgado, M^a del Pópulo.

Universidad de Sevilla
Email: mpablorom@us.es

y

Gómez Calero Valdés, M^a de la Palma

Universidad de Sevilla
Email: mdepalma@us.es

Resumen

La literatura empírica reciente muestra que el capital público afecta positivamente al crecimiento económico. Sin embargo, el debate continúa sobre cual es la magnitud de dicho efecto y sus valores en diferentes territorios. En este trabajo, se muestra, a través del uso de técnicas de datos de panel y dummies multiplicativas, que los niveles relativos de capital público por unidad de capital privado afectan a la efectividad del capital público sobre el crecimiento de la productividad, pues las inversiones de capital público son más efectivas en aquellas provincias con menores niveles relativos.

Palabras clave: *Capital Público, Capital Físico, Complementariedad, Datos de Panel.*

1. Introducción

A partir de la influyente contribución de Aschauer (1989) y posteriormente de Munnell (1990), el papel de la inversión pública ha sido destacado como un elemento clave del crecimiento económico. Estos autores encontraron evidencia a favor de una fuerte relación entre el ritmo de crecimiento de la productividad y la dotación de capital público que dio lugar a una amplia línea de investigación donde se ha analizado esta cuestión en distintos escenarios. En general en estos estudios se muestra una elasticidad positiva del producto respecto al stock de capital público, si bien una constante en estos trabajos es la amplitud del rango de estimaciones encontradas, por lo que no parece existir una clara respuesta a la magnitud de la productividad de las infraestructuras. Mientras gran parte del trabajo empírico muestra que tienen un efecto muy relevante en la producción, otros trabajos encuentra una influencia escasa e, incluso, estimaciones no significativas, entre ellos cabe citarlos de Holtz-Eakin (1994), Baltagi y Pinnoi (1995), García-Milà, McGuire y Porter (1996), Barro (1991) y Kelly (1997). La mayoría de los trabajos realizados con datos españoles encuentran un efecto relevante del capital público, con un amplio abanico de valores en sus elasticidades, como se refleja en los trabajos de Gil (2001), de la Fuente (2002), Álvarez et al. (2003) o de Rodríguez-Vález et al. (2009).

Entre las razones para explicar esta situación los estudios han señalado como causas las diferencias entre definiciones de las variables utilizadas, la elección de distintos períodos temporales, el uso de bases de datos diferentes, de métodos de estimación distintos (Álvarez et al., 2003), problemas de multicolinealidad (Pulido y Rodríguez-Vález, 2006) y distintos grados de desarrollo de las economías (Berndt and Hansson, 1992). Asimismo, se observa en los estudios realizados que los efectos del capital público difieren en función de los ámbitos territoriales considerados (Holtz-Eakin, Bajo y Díaz (2005) analizan a partir del trabajo de Karras (1997), si las dotaciones de capital público son óptimas o no en relación a un nivel dado de capital privado, en las regiones españolas para el

periodo 1965-1995, distinguiendo entre regiones más o menos productivas. Para ello, estiman una función de producción que incluye el capital público como un factor productivo adicional y hallan a continuación las productividades marginales del capital público y del capital privado a partir de las elasticidades estimadas, diferentes en función del grado de productividad de las mismas. Consideran que la dotación de capital público es óptima cuando su productividad marginal es igual a la del capital privado, siempre y cuando este último esté también dotado óptimamente.

El trabajo de Bajo y Díaz (2005) analiza si las dotaciones de capital público son óptimas o no a partir de las elasticidades estimadas en función de l grado de productividad de las regiones, sin tener en cuenta que esas elasticidades pueden diferir entre regiones según sea el nivel relativo de capital público en relación a su capital privado, debido a las fuertes relaciones de complementariedad que existen entre ambos capitales y que se manifiestan en mayor modo en niveles territoriales inferiores.

Este trabajo, siguiendo la metodología empleada por Bajo y Díaz (2005) y la condición sencilla para evaluar si el capital público se encuentra dotado óptimamente de Karras (1997), se valora si las dotaciones de este tipo de capital son óptimas en las provincias españolas, en el periodo comprendido entre 1985-2004. Para ello, tras establecer o agrupar las provincias en función de sus niveles de capital público en relación al capital privado, se realiza una estimación de la función de crecimiento de la productividad, diferenciando ésta en grupos establecidos a priori. Para realizar esta estimación se utilizan *dummies* de carácter multiplicativo, metodología que ya ha sido utilizada en trabajos previos con otros fines parecidos. A partir de las elasticidades estimadas se hallan las productividades marginales del capital público y privado en 1985, 2004 y la media del periodo, que permiten determinar para cada provincia si su capital público es óptimo o no. Los resultados muestran una clara diferenciación de elasticidades según grupos a partir de las cuales es posible hallar las productividades marginales del capital público y privado, que tienden a mostrar que el capital público es mas efectivo en aquellas zonas con niveles de capital público por unidad de capital privado menor.

2. Metodología y Datos

2.1 Metodología

La practica común, a la hora de estimar los efectos del capital público sobre el crecimiento, en una muestra de datos de panel de varias provincias o regiones, ha consistido en estimar un modelo econométrico que permita captar esos efectos individuales que pueden influir en el crecimiento económico de un determinado ámbito territorial, pero con elasticidades del *VAB* respecto al capital público comunes para todos los individuos e invariantes en el tiempo. Por tanto, la única causa de la divergencia entre las contribuciones al *VAB* del capital público en los distintos ámbitos territoriales son las diferentes dotaciones de cada uno de ellos, sin permitir captar efectos diferenciales de este capital que puedan deberse a las relaciones de complementariedad con otros factores productivos, como el capital privado.

Estas coincidencias en los valores de las elasticidades han sido criticadas por algunos autores que consideran que distintas causas, como las distintas estructuras productivas que generan distintas relaciones de complementariedad entre los factores o distintos estadios de desarrollo, alteran o pueden alterar sus valores². Si estas relaciones existen y no se recoge la contribución de algún factor

² Duffy y Papageorgiou (1999) critican el uso la función de producción Cobb-Douglas para explicar las diferencias entre los individuos controlable mediante las técnicas de datos de panel, puesto que supone que los coeficientes de la función de producción permanecen constantes tanto a lo largo del tiempo como entre los individuos. En este mismo sentido, Gollin (1998, 2002), considera que no es oportuno considerar que los coeficientes de los factores productivos son equivalentes entre regiones que tienen distintas productividades del trabajo.

relacionado con el capital público, se corre el riesgo de sobreestimar los efectos de éste sobre el crecimiento. Esto ha dado lugar a que en ocasiones resulte conveniente especificar estos procesos productivos que contribuyen al output final mediante alguna otra forma funcional más flexibles que la Cobb-Douglas como la función de producción *ces* o *translog*³, que incluye como argumentos los productos cruzados de los diferentes factores productivos si bien, la aplicación de estas especificaciones en este trabajo no resulta conveniente pues como en otras ocasiones no existen grados de libertad suficientes, apareciendo además importantes problemas de multicolinealidad⁴.

Ante esta situación, en este trabajo se plantea utilizar *dummies* multiplicativas en la estimación de la función de producción Cobb-Douglas, que permiten por un lado disponer de una muestra elevada de individuos, facilitando la posibilidad de hallar coeficientes significativos, y por otro, estimar elasticidades diversas para cada factor productivo por grupos de provincias delimitados a priori, que en este caso han sido los tres establecidos anteriormente.

Para realizar estas estimaciones, se parte de una función de producción Cobb-Douglas, en la que se establecen como factores independientes el stock de capital privado, el del público, el capital humano y una variable exógena constante que recoge la influencia de otros factores.

En términos per cápita la función adopta la forma:

$$y_{it} = A k h_{it}^{\alpha} k p r_{it}^{\beta} k p u_{it}^{\chi} \quad [1]$$

Siendo,

y = valor añadido bruto por ocupado de las provincias (precios básicos, a euros de 2000)

A = variable exógena que incluye otros factores determinantes de la producción

kh = trabajadores equivalentes de la población ocupada.

kpr = stock de capital privado productivo por ocupado a euros de 2000.

kpu = stock de capital público productivo por ocupado a euros de 2000.

i = cincuenta provincias españolas.

t = años desde 1985 hasta 2004.

α , β y δ = elasticidad del valor añadido bruto respecto a cada uno de los regresores considerados.

Aplicando logaritmos e imponiéndole rendimientos constantes de escala de los factores productivos, la función se transforma en la siguiente cuando se incorporan *dummies* temporales:

$$\ln y_{it} = \ln A + \alpha \ln k h_{it} + \beta \ln k p r_{it} + \chi \ln k p u_{it} \quad [2]$$

A partir de las elasticidades estimadas, se hallan las productividades marginales del capital público y privado en 1985, 2004 y la media del periodo, que permiten determinar para cada provincia española si su dotación de capital público es óptima o no, siguiendo la metodología empleada por Bajo y Díaz (2005) y la condición sencilla para evaluar si el capital público se encuentra dotado óptimamente de Karras (1997).

La productividad marginal del capital privado y público de cada provincia (denotado por PMK_{pri} y PMK_{pu} , respectivamente) se calcula a partir de las elasticidades estimadas para cada grupo de la siguiente forma:

$$PMK_{pri} = \alpha_a Y_i / K_{pri} \quad \text{y} \quad PMK_{pu} = \beta_a Y_i / K_{pu} \quad [3]$$

Siendo α y β las elasticidades del VAB respecto al capital privado y público respectivamente y el subíndice a denota el grupo al que pertenece la provincia, es decir grupo 1, 2 o 3, de modo que para cada provincia se utiliza la elasticidad del grupo al que pertenece.

La comparación de las productividades halladas permite evaluar la optimalidad de las dotaciones de capital público en relación al privado.

³ Logarítmicamente transcendental.

⁴ Vid Serrano (1997) y Rodríguez-Valez (2006).

2.2 Datos / Valor Añadido Bruto

A partir de la serie homogénea del *VAB* ofrecida a nivel provincial al coste de los factores y expresadas en millones de pesetas corrientes desde 1985 hasta 1999 Alcaide y Alcaide (2000) y de las series expresadas a precios básicos y en millones de euros corrientes de los años 1995 a 2004 de Alcaide y Alcaide (2006) se ha elaborado una nueva serie enlazada del valor añadido bruto a precios básicos para los años 1985 a 2004, expresada en millones de euros constantes de 2000. Esta serie enlazada se ha realizado extendiendo hacia atrás la serie de *VAB* a precios básicos hasta el año 1985, utilizando para ello las tasas de variación de la serie de *VAB* al coste de los factores como se ha realizado en otros estudios⁵. La nueva serie obtenida se ha expresado en precios constantes⁶. Esta fuente de información presenta la ventaja de ofrecer datos anuales para las cincuenta provincias españolas y para la totalidad del periodo analizado.

2.2.1 Stock de capital privado y público

La información utilizada sobre estas dos variables explicativas procede de las nuevas estimaciones del stock y de los servicios del capital para la economía española realizadas por Mas, Pérez y Uriel (2007) y publicadas por la Fundación BBVA, disponibles para los años 1964 a 2004, ambos inclusive. Tanto para el capital privado como para el público se han utilizado los datos provinciales del stock de capital productivo real expresados en miles de euros constantes de 2000 para el periodo de estudio, que han sido convertidos en millones de euros de ese mismo año. Este stock de capital productivo se corresponde con los servicios del capital que los autores consideran que es el que realmente interesa utilizar cuando se trata de analizar la contribución del capital físico al crecimiento económico y de sugerir políticas que contribuyan a ese crecimiento.

Además reconocen que las dotaciones de capital bruto y neto ofrecidas en las anteriores estimaciones constituyen un indicador poco satisfactorio a la hora de valorar la contribución del stock de capital físico al crecimiento económico, considerando sin embargo, que son adecuados para medir la dotación de riqueza de que dispone una determinada región.

Los datos de capital público se han tomado por su valoración total considerando las funciones de gasto en *Otras construcciones* (infraestructuras varias, infraestructuras hidráulicas, infraestructuras ferroviarias, infraestructuras aeroportuarias, infraestructuras portuarias, infraestructuras urbanas de Corporaciones Locales) que tradicionalmente han estado asociadas al capital público productivo según la sistemática de las investigaciones realizadas entre otros por la Fundación BBVA y el IVIE. En el caso capital privado, se han considerado las funciones de gasto privado, que son las de *Equipo de transporte, Maquinaria, material de equipo y otros productos, y Otros productos*, más la rúbrica *Otras construcciones n. c. o. p.* que incluye inversiones de carácter privado.

2.2.2 Capital humano

Los intentos de incluir el capital humano en la función de producción han determinado la necesidad de especificar mediante algún tipo de indicador esta variable. Los primeros estudios empíricos utilizaron indicadores basados exclusivamente en la educación obteniendo resultados generalmente positivos debido a que las estimaciones se realizaban con datos de corte transversal, lo que suavizaba los errores al promediarse sobre periodos largos⁷. Sin embargo, estudios posteriores que han utilizado

⁵ Vid Pérez et al. (2005)

⁶ La nueva serie enlazada obtenida esta expresada en euros corrientes, por lo que ha sido deflactada. Para ello se ha partido de dos series de índices de precios también ofrecidas por FUNCAS: una con base 1986=100, para el periodo 1985-1999, que ha sido cambiada a base 1995=100. La otra serie de índice de precios es para 1995=100, y se ofrece para el periodo 1995-2003. Ambas series, con base 1995=100, se ha unido, abarcando el periodo 1985-2003. Con esta nueva serie se ha deflactado el *VAB* para obtener la serie en millones de euros constantes de 1995. Posteriormente esta serie se ha prolongado hasta el año 2004 con base 2000=100.

⁷ De la Fuente (2004).

especificaciones en diferencias o técnicas de panel, no detectaron esa correlación significativa entre educación y productividad⁸.

Algunos autores han atribuido esa escasa relevancia empírica de los resultados, al menos en parte, a la mala calidad de los datos que tradicionalmente se han venido utilizando para medir la educación como indicador del capital humano⁹.

Estas deficiencias han dado origen a estudios en los que se han tratado de corregir esos errores de medición. Entre éstos, De la Fuente y Doménech (2006), Cohen y Soto (2007) y Sosvilla-Rivero y Alonso (2005). No obstante, en estos trabajos la forma de medir el capital humano es similar a la utilizada en los trabajos iniciales, es decir, por su nivel educativo, ya que lo que realmente se modifica son las series primarias.

Para otros autores la escasa relevancia empírica de los resultados comentada anteriormente se debe, al menos en parte también, al propio concepto de capital humano utilizado, de modo que sus esfuerzos se han centrado en este aspecto, introduciendo nuevos elementos explicativos de éste, como la experiencia, y midiendo el nivel educativo de forma sustancialmente diferente. Entre estas últimas formas de medición destaca la presentada por Mulligan y Xala-i-Martin (1997 y 2000) para los estados de Estados Unidos, en la que el capital humano de una persona se mide en función del número de “*zero-skill worker*” que serían necesarios para conseguir su misma capacidad productiva, medida ésta última, por su educación y experiencia acumulada. De modo que el capital humano productivo de cada estado la obtienen sumando el capital del conjunto de sus individuos. Esta metodología ha sido posteriormente aplicada al caso de las provincias españolas por Serrano y Pastor (2002), quienes miden el capital humano en términos de “*trabajadores equivalentes*”. Más recientemente Serrano y Soler (2008) revisan y amplían las series de valor del capital humano de las provincias españolas al periodo comprendido desde 1977 a 2007. Para este trabajo, se han utilizado los datos provinciales correspondientes al periodo analizado.

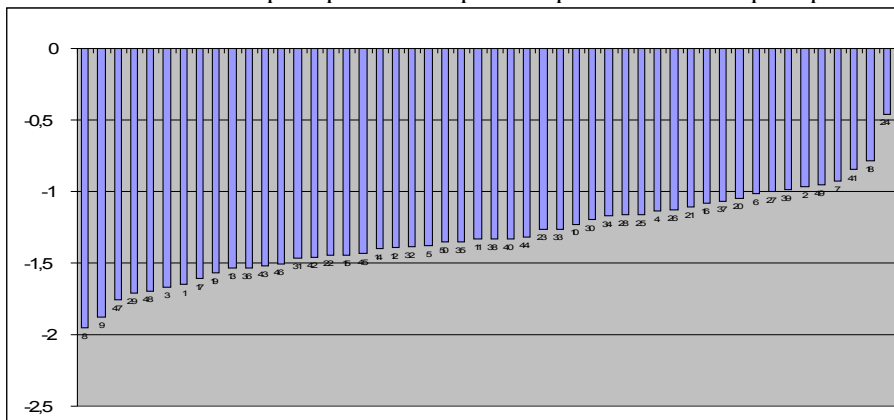
3. Resultados

Con el fin de poder analizar la relación de complementariedad que existe entre ambos tipos de capital, capital público y capital privado, se ha hallado el valor medio temporal de la relación entre capital productivo público y privado para cada provincia en el marco temporal de este estudio. Los resultados se recogen en el cuadro 1, en el que se observa una gran variabilidad de dichos niveles relativos por provincias. Lo que puede hacernos suponer que la efectividad de capital público por provincias no va a ser igual a lo largo de todo el territorio, sino que esta variará en función de estos niveles relativos.

⁸ Un desarrollo más amplio de esta literatura puede encontrarse en la sección 3 del apéndice de De la Fuente y Ciccone (2002) y en De la Fuente (2004).

⁹ En De la Fuente y Doménech (2000, 2002 y 2006) se repasa brevemente la metodología utilizada en numerosos trabajos centrados en los países de la OCDE, donde se pone de manifiesto que buena parte de los problemas son consecuencia de las deficiencias de los datos primarios utilizados para elaborar las series educativas.

Cuadro 1
Niveles medios de capital productivo público por unidad de capital privado



Fte: Elaboración propia

A partir de esta diversidad de resultados, se han agrupado las provincias en tres grupos que tienen unos niveles aproximados de esta relación. Los tres grupos resultantes de provincias relativamente homogéneas se recogen en la tabla 1 y están ordenados de menor a mayor relación capital público/capital privado. Es decir que los del primer grupo tienen una menor dotación relativa de capital público.

Tabla 1
Agrupación de provincias según sus niveles de capital público por unidad de capital privado

| GRUPO 1 | | | GRUPO 2 | | | GRUPO 3 | | | | | |
|---------|-----------|----|-----------|----|-----------|---------|----------|----|----------|----|---------|
| 1 | Álava | 31 | Murcia | 5 | Asturias | 32 | Navarra | 2 | Albacete | 27 | Lleida |
| 3 | Alicante | 36 | Ponteve. | 10 | Burgos | 33 | Ourense | 4 | Almería | 37 | Rioja |
| 8 | Balears | 43 | Tarrag. | 11 | Cáceres | 34 | Palencia | 6 | Ávila | 39 | Segovia |
| 9 | Barcel. | 46 | Valencia | 12 | Cádiz | 35 | Palmas | 7 | Badajoz | 41 | Soria |
| 13 | Cantabria | 47 | Valladol. | 14 | Castellón | 38 | Salaman. | 16 | Córdoba | 49 | Zamora |
| 17 | Coruña | 48 | Vizcaya | 15 | C. Real | 40 | Sevilla | 18 | Cuenca | | |
| 19 | Girona | 42 | Tenerife | 23 | Huelva | 44 | Teruel | 20 | Granada | | |
| 22 | Guipúz. | | | 25 | Jaén | 45 | Toledo | 21 | Guada. | | |
| 29 | Madrid | | | 28 | Lugo | 50 | Zaragoza | 24 | Huesca | | |
| | | | | 30 | Málaga | | | 26 | León | | |

Fte: Elaboración propia

Teniendo en cuenta estos tres grupos, se estima la ecuación [2], empleando *dummies* multiplicativas. El empleo de estas *dummies* permite disponer de todos los individuos de la muestra así como estimar elasticidades diferentes para cada factor productivo y grupo de individuos establecidos a priori. La estimación de la ecuación [2] con estas *dummies* por grupos, se ha realizado imponiendo rendimientos constantes a escala¹⁰ y en primeras diferencias¹¹ por mínimos cuadrados generalizados, en presencia de heteroscedasticidad y autocorrelación, ya que la prueba modificada de Wald para heteroscedasticidad arroja un valor $chi2(50) = 9542.98$, que confirma la presencia de este problema y el test de

¹⁰ El valor del *test* que contrasta la hipótesis nula de rendimientos constantes a escala arroja un valor de $F(1, 942) = 1.27$, por lo que no se rechaza la hipótesis.

¹¹ Se opta por estimar en primeras diferencias, al ser no estacionarias en niveles pero sí en primeras diferencias según el T-test for unit root desarrollado por Im, Pesaran and Shin (2003).

Wooldridge para autocorrelación en datos de panel es $F(1, 49) = 328.521$, que confirma la presencia de autocorrelación de primer orden¹².

Los resultados de esta estimación, se recogen en la Tabla 2. Reflejan los diferentes efectos tanto del capital público como del capital privado por los grupos establecidos, observándose que conforme aumenta la relación capital público/privado, las elasticidades del capital público decrecen.

Tabla 2
ESTIMACIÓN DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN POR OCUPADO

| VARIABLES | Mínimos Cuadrados Generalizados (heter & AR ₍₁₎) PRIMERAS DIFERENCIAS <i>Dummies multiplicativas</i> | | |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|
| | GRUPO 1 | GRUPO 2 | GRUPO 3 |
| CAPITAL PRIVADO | 0,487 (10.01)*** | 0,632 (14.82)*** | 0,667 (14.14)*** |
| CAPITAL PÚBLICO | 0,348 (8.13)*** | 0,272 (7.07)*** | 0,226 (5.27)*** |
| CAPITAL HUMANO | 0,120 (5.28)*** | | |
| Wald conjunta signific. | 9065.41 | | |
| Nº observaciones | 950 | | |

*** significativo al 1 por ciento.

Debido a que la estimación derivada anterior no es consistente en ausencia de exogeneidad de los regresores, es conveniente modelizar la variable no exógena como predeterminada para que las estimaciones sean insesgadas. En este análisis, este vínculo parece más claro en el caso del stock de capital privado, pues una situación económica adversa puede suponer una reducción de la inversión futura condicionando el valor del stock de capital; mientras que si es favorable puede aumentar la inversión futura.

Para tratar este problema se ha procedido a la estimación del modelo anterior mediante el método generalizado de momentos que permite emplear variables instrumentales en presencia de no exogeneidad, eliminando la correlación entre la variable explicativa retardada y el término de error para obtener estimaciones consistentes. El instrumento que se ha utilizado ha sido la variable explicativa capital privado retardada en uno y dos periodos.

Los resultados de esta estimación, se recogen en la Tabla 3, y muestran, como en el caso anterior, que las elasticidades del capital público decrecen conforme aumenta su dotación relativa al capital privado. No obstante, esta estimación refleja un mayor cambio en las elasticidades por grupos, lo que puede explicar que al menos una de las causas de las diferencias entre elasticidades estimadas en otros trabajos sea la distinta dotación relativa de capital en los distintos territorios analizados.

¹² El valor que arroja la estimación por mínimos cuadrados generalizados para la autocorrelación es tan sólo de 0.1550, por lo que no hay diferencias significativas con los resultados que se obtienen de la estimación sin considerar esta leve autocorrelación.

Tabla 3
Estimación de la función de producción por ocupado

| VARIABLES | Método Generalizado de Momentos | | |
|-----------------------|-------------------------------------------|--------------------|---------------------|
| | Niveles <i>Dummies multiplicativas</i> | | |
| | GRUPO 1 | GRUPO 2 | GRUPO 3 |
| CAPITAL PRIVADO | 0,278 (6.10)*** | 0,479 (9.43)*** | 0,746 (14.28)*** |
| CAPITAL PÚBLICO | 0,354 (10.87)*** | 0,289 (8.45)*** | 0,105 (2.77)** |
| CAPITAL HUMANO | 0,320 (8.47)*** | | |
| Test signif. conjunta | 2.2e+05 | | |
| Nº observaciones | 900 | | |

*** significativo al 1 por ciento.

A partir de las elasticidades estimadas, se calculan las productividades marginales del capital público y privado de cada provincia. En la tabla 4 se recoge el valor de esas productividades en 1985, 2004 y la media del periodo calculadas a partir de las elasticidades estimadas con el primer modelo utilizado¹³. En la última columna se recoge la diferencia entre la productividad marginal del capital público y privado referente al valor de la media. Las últimas filas de la tabla recogen los valores por grupos.

Tabla 4
Productividad marginal del capital público y privado por provincias y grupos

| | PMKpu 1985 | PMKpri 1985 | PMKpu 2004 | PMKpri 2004 | PMKpu media | PMKpri media | Diferencia |
|-------------|---------------|----------------|---------------|----------------|-------------|--------------|------------|
| Álava | 0,81 | 0,25 | 0,77 | 0,16 | 0,82 | 0,22 | 0,61 |
| Albacete | 0,34 | 0,39 | 0,29 | 0,27 | 0,31 | 0,34 | -0,03 |
| Alicante | 1,25 | 0,33 | 0,85 | 0,21 | 0,97 | 0,25 | 0,71 |
| Almería | 0,58 | 0,46 | 0,43 | 0,42 | 0,44 | 0,43 | 0,01 |
| Asturias | 0,73 | 0,36 | 0,37 | 0,28 | 0,50 | 0,30 | 0,20 |
| Ávila | 0,36 | 0,35 | 0,26 | 0,28 | 0,29 | 0,32 | -0,02 |
| Badajoz | 0,37 | 0,40 | 0,29 | 0,31 | 0,31 | 0,36 | -0,05 |
| Balears | 1,59 | 0,35 | 1,02 | 0,20 | 1,26 | 0,25 | 1,01 |
| Barcelona | 1,74 | 0,37 | 1,24 | 0,25 | 1,43 | 0,30 | 1,12 |
| Burgos | 0,50 | 0,35 | 0,44 | 0,28 | 0,47 | 0,32 | 0,15 |
| Cáceres | 0,41 | 0,20 | 0,34 | 0,25 | 0,36 | 0,23 | 0,13 |
| Cádiz | 0,71 | 0,39 | 0,52 | 0,31 | 0,59 | 0,35 | 0,25 |
| Cantabria | 1,15 | 0,24 | 0,59 | 0,23 | 0,74 | 0,23 | 0,51 |
| Castellón | 0,47 | 0,31 | 0,44 | 0,23 | 0,47 | 0,27 | 0,21 |
| Ciudad Real | 0,69 | 0,27 | 0,44 | 0,25 | 0,48 | 0,27 | 0,21 |
| Córdoba | 0,55 | 0,42 | 0,31 | 0,30 | 0,36 | 0,36 | -0,01 |
| Coruña | 1,19 | 0,30 | 0,75 | 0,26 | 0,95 | 0,27 | 0,67 |
| Cuenca | 0,25 | 0,32 | 0,23 | 0,28 | 0,23 | 0,31 | -0,08 |
| Girona | 0,92 | 0,34 | 1,00 | 0,26 | 1,01 | 0,29 | 0,72 |
| Granada | 0,58 | 0,53 | 0,36 | 0,37 | 0,41 | 0,43 | -0,02 |
| Guadalajara | 0,24 | 0,29 | 0,19 | 0,22 | 0,24 | 0,23 | 0,00 |
| Guipúzcoa | 0,94 | 0,30 | 0,78 | 0,24 | 0,83 | 0,27 | 0,56 |
| Huelva | 0,58 | 0,32 | 0,39 | 0,26 | 0,46 | 0,31 | 0,15 |
| Huesca | 0,15 | 0,30 | 0,14 | 0,23 | 0,15 | 0,27 | -0,12 |
| Jaén | 0,69 | 0,44 | 0,42 | 0,31 | 0,49 | 0,36 | 0,13 |

¹³ Si se utilizan las elasticidades del segundo modelos, las conclusiones son similares, si bien las diferencias entre productividades son más exageradas.

| | | | | | | | |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|-------|
| León | 0,39 | 0,33 | 0,28 | 0,32 | 0,33 | 0,32 | 0,01 |
| Lleida | 0,36 | 0,39 | 0,24 | 0,30 | 0,32 | 0,35 | -0,03 |
| Lugo | 0,54 | 0,33 | 0,32 | 0,26 | 0,39 | 0,29 | 0,10 |
| Madrid | 1,95 | 0,52 | 1,20 | 0,32 | 1,59 | 0,40 | 1,19 |
| Málaga | 0,63 | 0,44 | 0,51 | 0,35 | 0,54 | 0,38 | 0,16 |
| Murcia | 1,10 | 0,33 | 0,81 | 0,23 | 0,86 | 0,28 | 0,59 |
| Navarra | 0,63 | 0,43 | 0,63 | 0,31 | 0,62 | 0,35 | 0,27 |
| Ourense | 0,47 | 0,31 | 0,39 | 0,27 | 0,43 | 0,29 | 0,15 |
| Palencia | 0,46 | 0,30 | 0,36 | 0,27 | 0,40 | 0,29 | 0,11 |
| Palmas | 0,84 | 0,52 | 0,55 | 0,33 | 0,66 | 0,40 | 0,26 |
| Pontevedra | 1,18 | 0,31 | 0,68 | 0,22 | 0,86 | 0,26 | 0,59 |
| Rioja | 0,30 | 0,41 | 0,40 | 0,30 | 0,36 | 0,35 | 0,01 |
| Salamanca | 0,46 | 0,29 | 0,48 | 0,32 | 0,49 | 0,30 | 0,19 |
| Segovia | 0,32 | 0,35 | 0,22 | 0,32 | 0,30 | 0,33 | -0,03 |
| Sevilla | 0,98 | 0,52 | 0,65 | 0,34 | 0,69 | 0,42 | 0,27 |
| Soria | 0,25 | 0,31 | 0,20 | 0,30 | 0,24 | 0,31 | -0,07 |
| Sta.Cruz Tenerife | 0,97 | 0,36 | 0,79 | 0,25 | 0,89 | 0,29 | 0,61 |
| Tarragona | 0,72 | 0,22 | 0,57 | 0,21 | 0,69 | 0,21 | 0,48 |
| Teruel | 0,49 | 0,26 | 0,28 | 0,20 | 0,37 | 0,23 | 0,13 |
| Toledo | 0,76 | 0,34 | 0,45 | 0,23 | 0,52 | 0,29 | 0,23 |
| Valencia | 1,12 | 0,33 | 0,77 | 0,24 | 0,89 | 0,28 | 0,61 |
| Valladolid | 1,51 | 0,32 | 0,94 | 0,24 | 1,16 | 0,28 | 0,88 |
| Vizcaya | 1,43 | 0,28 | 0,91 | 0,28 | 1,04 | 0,27 | 0,76 |
| Zamora | 0,30 | 0,33 | 0,25 | 0,30 | 0,27 | 0,31 | -0,04 |
| Zaragoza | 0,69 | 0,45 | 0,50 | 0,32 | 0,64 | 0,38 | 0,25 |
| Grupo1 | 1,39 | 0,36 | 0,96 | 0,26 | 1,15 | 0,30 | 0,84 |
| Grupo2 | 0,65 | 0,38 | 0,47 | 0,29 | 0,54 | 0,33 | 0,20 |
| Grupo3 | 0,35 | 0,38 | 0,28 | 0,31 | 0,31 | 0,35 | -0,04 |

Fte: Elaboración propia

4. Discusión

A partir de los resultados de la Tabla 4, se observa que las provincias pertenecientes al primer grupo presentan las diferencias mayores entre la productividad marginal del capital público y privado. Mientras que las provincias del tercer grupo tienen productividades marginales similares, por lo que puede considerarse que tienen unas dotaciones adecuadas de capital público en función de su capital privado. Incluso en algunas de esas provincias, sus dotaciones son superiores a las óptimas, ya que tienen productividades de capital privado superiores al público.

A lo largo del periodo, se observa asimismo que las diferencias entre las productividades marginales públicas y privadas tienden a aproximarse, lo que puede atribuirse al esfuerzo en infraestructuras en esos años. Si bien cabe hacer notar que las productividades marginales del capital privado se han ido distanciando entre las grupos señalados. En 1985 esas productividades eran prácticamente iguales, pero hacia 2004 se aprecia un empeoramiento relativo de la productividad marginal del capital privado en las provincias del primer grupo. No obstante, esas diferencias no son muy grandes.

Puede concluirse entonces que las provincias que tienen unas dotaciones de capital público relativas al capital privado inferiores presentan una productividad marginal del capital público elevada y superior a la del capital privado, lo que sugiere la necesidad de invertir allí en capital público, y ello independientemente del nivel de capital público alcanzado hasta la fecha en dichas provincias. Por el contrario, las provincias del tercer grupo, que son las que tienen niveles relativos de capital público superiores, presentan dotaciones adecuadas de ese tipo de capital, dado sus niveles de capital privado. Lo que sugiere que las dotaciones de capital público no son o no actúan como limitadores del crecimiento económico. Por lo tanto, en esas provincias, el esfuerzo mayor debe dedicarse a la inversión privada.

5. Conclusiones

Este trabajo supone una primera aproximación al análisis de cómo las relaciones entre capital físico y privado afectan al grado de incidencia de cada factor sobre el crecimiento de la productividad en las

provincias españolas, en el periodo comprendido entre 1985-2004. Para ello, tras establecer o agrupar las provincias en función de sus niveles de capital público en relación al capital privado, se realiza una estimación de la función de crecimiento de la productividad, diferenciando ésta en tres grupos establecidos a priori. Para realizar esta estimación se utilizan *dummies* de carácter multiplicativo, metodología que ya ha sido utilizada en trabajos previos con otros fines parecidos. Los resultados muestran una clara diferenciación de elasticidades según grupos. A partir de estas elasticidades, pueden estimarse las productividades marginales del capital público y privado de las provincias y de los grupos, observándose que las inversiones de capital público son más efectivas en aquellas provincias con niveles de capital público por unidad de capital privado inferior independientemente del nivel de capital público alcanzado, lo que tiende a reforzar la idea de que entre ambos tipos de capital existe una clara relación de complementariedad.

6. Referencias

- Alcaide, J., Alcaide, P. (2000), *Magnitudes Económicas Provinciales. Años 1985 a 1999*, Madrid: Fundación de las Cajas de Ahorros Confederadas (FUNCAS).
- Alcaide, J., Alcaide, P. (2006), *Balance económico regional (autonomías y provincias) años 2000 a 2005*, Madrid: Fundación de las Cajas de Ahorros (FUNCAS).
- Álvarez, A., L. Orea y J. Fernández, (2003), “La productividad de las infraestructuras en España”, *Papeles de Economía Española*, 95: 125-136.
- Aschauer, D.A. (1989), “Is public expenditure productive?”, *Journal of Monetary Economics*, 23, 2: 177-200.
- Baltagi, B.H. y N. Pinnoi (1995), “Public Capital Stock and State Productivity Growth: Further Evidence from an Error Components Model”, *Empirical Economics*, 20: 351-359.
- Berndt, E. R. y Hansson, B. (1992), “Measuring the contribution of public infrastructure capital in Sweden”, *Scandinavian Journal of Economics*, 94: 151- 168
- Bajo, O y Díaz, C. (2005), "[Optimal Endowments of Public Investment: An Empirical Analysis for the Spanish Regions](#)" *Regional Studies*, 39, 3: 297-304
- Barro, R. (1991), “Economic growth in a cross-section of countries” *Quarterly Journal of Economics*, 106, 2: 407-443
- Cohen y Soto (2007), Growth and Human Capital: Good Data, Good Results, *Journal of Economic Growth*, 12, 1: 51-76.
- De la Fuente, Á. (2002), “Infraestructuras y productividad: un panorama de la literatura”, en de la Fuente, A. (Ed.), *Fondos Estructurales, inversión en infraestructuras y crecimiento regional*, La Coruña: Centro de Investigación Económica y Financiera, Documentos de Economía, n.º 18, Fundación Caixa Galicia, 81-142.
- De la Fuente, A. (2004), “Capital humano y crecimiento. El impacto de los errores de medición y una estimación de la rentabilidad social de la educación”, Madrid: Documento de Trabajo D-2004-2 de la Dirección General de Presupuestos. Ministerio de Hacienda, 1-37.
- De la Fuente, A. y Ciccone, A. (2002), Human capital and growth in a global and knowledge-based economy, Report for the European Comisión, DG for Employment and Social Affairs.
- De la Fuente, A. y Doménech, R. (2000), Human capital in growth regressions: how much difference does data quality make?, Paris: OECD Economics Department W.P. 262
- De la Fuente, A. y Doménech, R. (2002), Human capital in growth regressions: how much difference does data quality make? An update and further results, París: CEPR Discussion Paper 3587.
- De la Fuente, A. y Doménech, R. (2006), “Capital humano y crecimiento en las regiones españolas”, *Moneda y Crédito*, 222: 13-78.
- Duffi, J. y Papageorgiou, C. (1999), “A cross-country empirical investigation of the aggregate production function specification”, *Journal of Economic Growth*, 3, 1: 87-120.
- Garcia-Milà, T., T. McGuire y H. Porter (1996), “The effect of public capital in state-level production functions reconsidered”, *The Review of Economics and Statistics*, 78, 1: 177-180.
- Gil, C. (2001), *Capital Público y Convergencia en las Regiones Europeas*, Madrid: Civitas.
- Gollin, D. (2002), "Getting Income Shares Right," *Journal of Political Economy*, 110, 2: 458-474.

- Holtz-Eakin, D. (1994), "Public-sector capital and the productivity puzzle", *The Review of Economics and Statistics*, 76, 1: 12-21.
- Im, K.S, Pesaran, H.M. y Shin, Y. (2003), "Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels" *Journal of Econometrics*, 115: 53-74
- Karras, G. (1997), "Is government investment underprovided in Europe? Evidence from a panel of fifteen countries", *Economia Internazionale*, 50: 223-235
- Nelly, T. (1997), "Public investment an growth: testing the non-linearity hipótesis" *Internacional review of Applied Economics* 11, 2: 249-262
- Mas, M., Pérez, F. y Uriel E. (Dirs.) (2007), *El stock y los servicios del capital en España y su distribución territorial (1964-2005)*, Bilbao: Fundación BBVA.
- Mulligan, C.B. y Sala-i-Martin, X. (1997), A labor-income-based measure of the value of human capital, *Japan and the World Economy* , 9: 159-191.
- Mulligan, C.B. y Sala-i-Martin, X. (2000), Measuring aggregate human capital, *Journal of Economic Growth*, 5, III: 215-252.
- Munnell, A. (1990), "How does public infrastructure affect regional economic performance?", *New England Economic Review*, Sept./Oct: 11-32.
- Pérez, F. el al. (2005), *La medición del capital social. Una aproximación económica*. Bilbao: Fundación BBVA.
- Pulido, A y Rodríguez-Vález, A. (2006), "Afecta la multicolinealidad al análisis empírico de la productividad de las infraestructuras regionales?", Madrid: *Instituto Lawrence R. Klein-Universidad Autónoma de Madrid W.P.* Versión: 24-7-2006
- Rodríguez-Vález, J. (2006), "Productividad y rentabilidad de las infraestructuras regionales a partir de estimaciones por máxima entropía", *Investigaciones Regionales*, 8: 123-139
- Rodríguez-Vález, J., Alvarez, A; Arias, C y Fernández, E. (2009), "La contribución de las infraestructuras a la Producción: Estimación por Máxima entropía", *Revista de Economía Aplicada*, 50, XVII: 77-96
- Serrano, L. (1997), "Productividad del trabajo y capital humano en la economía española", *Moneda y Crédito*, 205: 79-101.
- Serrano, L. y Pastor, J.M. (2002), *El valor económico del capital humano en España*, Valencia: Fundación Bancaja.
- Serrano, L. y Soler, A. (2008), *Metodología para la estimación de las series de capital humano. 1964-2007*, Valencia: Fundación Bancaja.
- Sosvilla-Rivero, S. y Alonso Meseguer, J. (2005), "Estimación de una función de producción MRV para la economía española, 1910-1995", *Investigaciones Económicas*, 29, 3: 609-624.

-Villaverde, J. y Maza, A. (2008), “La distribución territorial de la inversión pública: una perspectiva general” *Papeles de economía española*, 118: 2-14.