



## Trabajo Fin de Grado

# Análisis econométrico de la influencia del capital público en el desarrollo económico de España a nivel regional.

Autor

**Dª Mª Pilar Rubio Vela**

Director

**Dª Ana María Angulo Garijo**

Grado en Administración y Dirección de Empresas  
Facultad de Economía y Empresa  
Año 2016

# **ANÁLISIS ECONOMÉTRICO DE LA INFLUENCIA DEL CAPITAL PÚBLICO EN EL DESARROLLO ECONÓMICO DE ESPAÑA A NIVEL REGIONAL**

M<sup>a</sup> Pilar Rubio Vela

## **RESUMEN**

Los estudios sobre los efectos que genera el capital público en el crecimiento económico han recibido una gran atención en la literatura económica reciente. En vista de ello, el objetivo principal de este trabajo es comprobar si el crecimiento de la producción, en el ámbito regional, se ve favorecido por la dotación de capital público, mediante la estimación de una función de producción Cobb-Douglas para el periodo comprendido entre 1980-2007. El análisis, se ha apoyado en las teorías económicas de los últimos años, abordando los planteamientos más significativos sobre el tema. Con todo ello, se pretende obtener evidencia empírica acerca de la importancia del capital público en la actividad económica española y verificar las teorías existentes, para poder plantear ciertas recomendaciones futuras sobre las políticas económicas de inversión pública a seguir en España.

**Palabras clave:** crecimiento económico, productividad, capital público.

# **ECONOMETRIC ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF PUBLIC CAPITAL ON REGIONAL SPANISH ECONOMIC DEVELOPMENT**

M<sup>a</sup> Pilar Rubio Vela

## **ABSTRACT**

Studies of the effects generated by public capital on economic growth have received great attention in recent economic literature. In view of this, the main objective of this work will be to check if the production growth at the regional level is facilitated by the provision of public capital, through the estimation of a production function Cobb-Douglas for the 1980-2007 periods. The analysis has been based on the economic theories of recent years, tackling the most significant proposals on the subject. With all this, it is intended to obtain empirical evidence about the importance of public capital in the Spanish economic activity and verify existing theories, to raise certain future recommendations about the economic policies of public investment to be followed in Spain.

**Keywords:** economic growth, productivity, public capital.

## **ÍNDICE**

1. INTRODUCCIÓN .....	5
2. CAPITAL PÚBLICO, CRECIMIENTO ECONÓMICO Y PRODUCCIÓN PRIVADA.....	8
3. ANTECEDENTES EMPÍRICOS SOBRE EL EFECTO DEL CAPITAL PÚBLICO SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO Y LA PRODUCCIÓN PRIVADA ...	11
3.1. ANÁLISIS EFECTUADOS A PARTIR DE DATOS AGREGADOS .....	11
3.2. ANÁLISIS EFECTUADOS A PARTIR DE DATOS DESAGREGADOS .....	13
4. ANÁLISIS DE DATOS .....	18
5. METODOLOGÍA .....	25
6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	32
7. CONCLUSIONES .....	35
8. BIBLIOGRAFÍA .....	38
9. ANEXOS .....	41

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde finales de los años ochenta, los macroeconomistas, reconocen la importancia del capital público como un factor adicional que repercuten en la producción total (junto al capital privado y al trabajo). Desde esta perspectiva, se entiende que el capital público tiene una contribución directa en la economía ya que, aumenta su capacidad productiva, haciendo que sea posible ofrecer servicios públicos que son necesarios en el proceso productivo. En base a esto, una parte importante de la literatura económica ha concentrado sus esfuerzos en tratar de cuantificar el impacto económico de la inversión pública.

Los pioneros en desvelar la importancia de la inversión pública fueron los mercantilistas, quienes consideraban que las actividades públicas del principio eran fuente de desarrollo y bienestar. Más tarde, los clásicos, liderados por Adam Smith, ya consideraban fundamental la dotación de capital público para lograr el crecimiento de las naciones. No obstante, el interés de los economistas por analizar cuáles son los factores que impulsan el crecimiento y desarrollo de una economía, surge a partir de 1975, cuando la tasa de crecimiento de la productividad en el sector privado de una gran parte de países de la OCDE<sup>1</sup> comenzó a caer. Lo mismo ocurría en España, donde la elevada tasa de desempleo, unida a los fuertes procesos de integración sufridos tras su incorporación en la Unión Europea motivó, del mismo modo, el estudio de dicho fenómeno.

En este contexto, se analizaron numerosos factores que podían influir en el crecimiento y desarrollo de un país, tales como la población, los precios de la energía, el capital humano, la regulación social, entre otros. Sin embargo, no fue hasta 1989, cuando el economista David Aschauer intentó relacionar la caída de la productividad con el descenso de la inversión pública (muy notable desde finales de los años sesenta),

---

<sup>1</sup> Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. Organismo de cooperación internacional intergubernamental formado por 34 países, que trabajan conjuntamente para desarrollar y refinar políticas económicas y sociales. Algunos de sus objetivos son: maximizar el crecimiento económico, mantener la estabilidad financiera, mejorar la calidad de vida, aumentar el empleo o contribuir al crecimiento del comercio mundial, entre otros.

obteniéndose la conclusión general de que, las variaciones en el gasto público en infraestructuras habían afectado, en parte, a las tasas de crecimiento.

Los resultados obtenidos por dicho autor fueron muy importantes ya que, demostraron evidencia empírica de que el gasto público era muy productivo para el conjunto del sector privado de la economía estadounidense. Asimismo, dichos resultados permitieron dar una explicación sólida acerca del preocupante descenso del crecimiento registrado en muchos países desarrollados a mediados de los setenta. Así pues, si la caída del crecimiento tenía su origen en el descenso de la inversión pública (como se deducía del trabajo de Aschauer), la solución para restituir las tasas de crecimiento parecía evidente: aumentar la dotación de capital público.

A raíz de estos resultados procedentes del estudio de Aschauer<sup>2</sup>, muchos otros autores comenzaron a investigar sobre la relación existente entre dotación de capital público y productividad, generándose un gran debate, que se inició en Estados Unidos, pero que pronto se extendió a otros países, entre ellos España. Los resultados obtenidos para las diferentes economías han sido muy diversos: algunos trabajos concluyen que la rentabilidad del capital público es muy elevada y que el efecto de la inversión pública es positivo y significativo, siendo la inversión pública un determinante clave del crecimiento económico. Sin embargo, otros estudios, no encuentran evidencia de que el capital público influya de forma significativa sobre el crecimiento económico, concluyendo que la contribución del capital público al producto agregado es pequeña.

Si bien, un coeficiente muy elevado del impacto del capital público en el desarrollo económico de un país puede ser estructuralmente imposible, tampoco son creíbles aquellos estudios que indican un impacto nulo de la inversión pública. Por lo tanto, dadas las numerosas diferencias encontradas en los resultados obtenidos por los distintos autores, se considera interesante comprobar por uno mismo, el impacto que ha tenido el stock de capital público en el crecimiento de la económica española, aplicando los conocimientos obtenidos en la asignatura Econometría, estudiada a lo largo del

---

<sup>2</sup> Este autor obtuvo valores estimados de la elasticidad del capital público entre 0,24 y 0,39, lo que significa que un incremento del 1% en la dotación de infraestructuras públicas representaba un aumento entre el 0,24% y el 0,39% en el output del sector privado norteamericano. Estos resultados tan elevados, fueron cuestionados por muchos autores que pronto empezaron a investigar si era posible obtener impactos tan importantes de las infraestructuras públicas en las economías.

grado. De este modo, se podrá valorar si las dotaciones de capital público en España favorecen el crecimiento de la producción de las regiones españolas.

En base a todo lo anterior, en el presente trabajo se estudia el papel que desempeñan las dotaciones de capital público, en los niveles de producción provincial del sector privado. El objetivo principal es analizar cómo el stock de capital público afecta al crecimiento y al desarrollo económico en España.

Para ello, seguiremos el modelo teórico propuesto por Munnell (1990), para la economía estadounidense, donde se estima una función de producción de tipo Cobb-Douglas en la que se explica el producto interior bruto (PIB) a partir de las dotaciones de capital público y privado, nivel de empleo, así como la tasa de desempleo como medida de captura de los efectos del ciclo económico. De esta forma, en este trabajo se pretende analizar el papel de dichos factores en la economía española. Sin embargo, dadas las ventajas inherentes a los análisis econométricos basados en el análisis de un panel de datos, en este trabajo proponemos efectuar el análisis a partir de los datos referentes a las diecisiete comunidades autónomas (CC.AA) españolas, analizando el período comprendido entre 1980 y 2007<sup>3</sup>.

El trabajo queda estructurado de la siguiente manera: la Sección 2 recoge la relación teórica entre la dotación de capital público, crecimiento económico y producción privada. La Sección 3 muestra la evidencia empírica obtenida en los antecedentes existentes en la literatura. A continuación, la Sección 4 describe los datos que se utilizarán en este trabajo y recoge la evolución de los principales agregados macroeconómicos durante el periodo considerado. La Sección 5 describe la metodología utilizada. La Sección 6 describe los resultados obtenidos del estudio. Finalmente, la Sección 7 muestra las principales conclusiones y futuras líneas de investigación.

---

<sup>3</sup> Datos disponibles en la base de datos BD.MORES b.2000, con fecha de actualización diciembre de 2011.

## **2. CAPITAL PÚBLICO, CRECIMIENTO ECONÓMICO Y PRODUCCIÓN PRIVADA**

Siguiendo a Hansen (1965) se suelen distinguir dos grandes categorías de capital público: *capital público económico o productivo* y *capital público social*.

El *capital público económico* estaría constituido por todas aquellas categorías de infraestructuras que apoyan directamente a las actividades productivas, como es el caso de carreteras, infraestructuras hidráulicas, estructuras urbanas, puertos, ferrocarriles y autopistas. En este sentido, Draper y Herce (1994) definen las infraestructuras físicas como el conjunto de equipamientos, estructuras y servicios de soporte requeridos para el desarrollo económico de un área determinada. Esta definición concuerda con la propuesta por Biehl (1988), según la cual, las infraestructuras se definen como aquella parte del capital global de las economías regionales o nacionales que, debido a su carácter público, normalmente no son suministradas por el mercado, o que éste sólo podría suministrarlas de manera ineficiente, por lo que su provisión queda fundamentalmente confiada a las decisiones políticas del gobierno.

Por otra parte, el término de *capital público de carácter social* agruparía a todos los servicios ofrecidos por las infraestructuras que están directamente asociadas al bienestar social e indirectamente a la actividad productiva, como educación y sanidad, centros asistenciales y culturales, infraestructuras de medio ambiente y una serie de instalaciones tales como comisarías de policía, estaciones de bomberos y ayuntamientos.

La distinción anterior entre capital público económico y social es importante porque los efectos sobre el crecimiento de una y otra categoría han resultado ser cuantitativamente muy distintos, teniendo un mayor peso la infraestructura económica. No obstante, dado que, por ejemplo, una buena asistencia sanitaria también puede redundar en una mayor eficiencia de los trabajadores, en este estudio hemos considerado conveniente referirnos al stock de capital público total.

La provisión eficiente de capital público, sobre todo a partir de servicios de infraestructura, constituye uno de los aspectos más importantes dentro de las políticas encaminadas a impulsar el desarrollo económico. La adecuada disponibilidad de

infraestructuras, así como la prestación eficiente de los servicios asociados a las mismas, permiten a un país desarrollar ventajas competitivas y alcanzar un mayor grado de especialización productiva. De no ser así, la implementación eficaz de políticas de desarrollo, y la obtención de mayores tasas de crecimiento económico, resultaría complicado. Por tanto, la dotación de capital público ejerce una influencia directa sobre las posibilidades de crecimiento a medio y largo plazo de una economía, por lo que su déficit puede convertirse en un factor de estrangulamiento de las actividades privadas y de la oferta de servicios públicos. En este sentido, la participación del stock de capital público en los procesos productivos de las empresas, como un factor de producción más, hace que estas infraestructuras sean un factor clave en el crecimiento económico de cada país o región, de ahí que surja, por nuestra parte, el interés de precisar el papel que desempeña el stock de capital público en el desarrollo económico de España, el cual se ha convertido en los últimos decenios, en un aspecto fundamental de la política económica. De esta definición se concluye que el papel inversor del sector público es fundamental en el crecimiento económico de un país y que el desarrollo económico de una región está relacionado estrechamente él.

En cuanto a la importancia de las infraestructuras en el crecimiento económico, cabe destacar que las economías necesitan contar con redes de infraestructuras bien desarrolladas para poder expandir su mercado interno y competir en igualdad de circunstancias en el entorno del comercio internacional. En este sentido, se detectan al menos tres tipos de efectos sobre el producto agregado de las inversiones realizadas en infraestructuras:

- La infraestructura contribuye como producto final directamente a la formación del Producto Interno Bruto, (PIB), mediante la producción de servicios de transporte, de abastecimiento de agua potable y energía eléctrica, de saneamiento y de telecomunicaciones.
- Las inversiones en infraestructura generan externalidades sobre la producción y el nivel de inversión agregado de la economía, acelerando el crecimiento a largo plazo.
- Las inversiones en infraestructura influyen indirectamente en la productividad del resto de los insumos en el proceso productivo y de las empresas. En el caso de los factores productivos, la tierra, el trabajo y el capital físico aumentan su

productividad con las inversiones en infraestructura que facilitan el transporte de los bienes e insumos intermedios. En el caso de las empresas, su competitividad se ve beneficiada por la disminución de los costos, dado que las inversiones hacen más eficientes las cadenas de provisión de insumos, de almacenamiento y de distribución. Esto permite, además, manejar de mejor manera los inventarios, acceder a nuevos mercados y aumentar las economías de escala.

Por lo tanto, la dotación de capital público, sobre todo en términos de dotación de infraestructuras, contribuyen a mejorar la accesibilidad a redes de servicios, reducir costos operacionales y lograr mayores niveles de eficiencia operativa, así como una mayor confiabilidad, calidad y cantidad de los servicios de infraestructura. Una política de inversión pública que incremente el stock de capital público a partir de la realización de los mejores proyectos de infraestructuras, además de no expulsar a la inversión privada, puede tener efectos muy favorables sobre el bienestar a largo plazo (Argimón y González-Páramo 1994).

### **3. ANTECEDENTES EMPÍRICOS SOBRE EL EFECTO DEL CAPITAL PÚBLICO SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO Y LA PRODUCCIÓN PRIVADA**

En España, los economistas han realizado un importante esfuerzo para tratar de cuantificar el efecto que genera la dotación de capital público, principalmente la referente a infraestructuras, sobre el crecimiento de la economía. En este apartado, se va a llevar a cabo un repaso de los principales autores que han analizado este tema utilizando funciones de producción agregadas. Para simplificar, dado el elevado número de estudios existentes, se dejan a un lado todos aquellos trabajos que han utilizado otros enfoques, como la función de costes<sup>4</sup> o la estimación de ecuaciones de convergencia, así como aquellos referidos a otros países.

Así bien, para el caso español, existen dos tipos de estudios que han empleado la función de producción agregada: los que emplean diversas combinaciones de series temporales para el conjunto de la economía española y los que utilizan paneles de datos con información desagregada por años, comunidades autónomas o ramas de actividad. Nuestro interés es contrastar el trabajo de los segundos, aunque, también realizaremos una breve revisión de los trabajos a nivel agregado.

#### **3.1. ANÁLISIS EFECTUADOS A PARTIR DE DATOS AGREGADOS**

Los primeros trabajos que utilizaron series temporales agregadas fueron los de Bajo y Sosvilla (1993), Mas et al. (1993a), Argimón et al. (1994), García-Fontes y Serra (1994) y González-Páramo (1995):

Bajo y Sosvilla (1993) analizan para el periodo 1964-88, el impacto del stock de capital público, utilizando varias medidas alternativas para el factor trabajo. Las elasticidades

---

4 Boscá et. al (2002) utilizan el enfoque dual basado en la función de costes para analizar el efecto del capital privado y de las infraestructuras sobre la producción industrial de las regiones españolas. Sus resultados indicaban que el sector público había contribuido significativamente al crecimiento de la productividad y a la reducción de costes en el sector privado de la mayoría de las regiones españolas. Otros trabajos que abordan el tema utilizando el enfoque de la función de costes se encuentran en Gil et. al (1997), Avilés et. al (2001) o Moreno et. al (2002).

que obtienen corroboraban el impacto positivo y significativo del capital público en la economía.

Por su parte, Mas et al. (1993a) estudian la influencia del capital público desagregándolo por categorías, entre productivo y, social o no productivo, para el periodo 1965-1989, obteniendo unas elasticidades del capital público total y del capital público productivo de 0,29 y 0,35, respectivamente. Posteriormente, y como se verá en el siguiente apartado, estos autores también realizan diversos estudios con muestras desagregadas por regiones.

El trabajo de Argimón et al. (1994) profundiza en el análisis de la influencia de las infraestructuras públicas de transporte y comunicaciones con datos para el periodo 1964-1989. Para ello, bajo el enfoque de la función de producción definen una ecuación de la productividad del capital privado similar a la Aschauer (1989). En este estudio, la elasticidad del capital público vuelve a ser positiva y estadísticamente significativa y su magnitud oscila entre 0,21 y 0,71.

También cabe destacar el trabajo de García-Fontes y Serra de La Figuera (1994). Estos autores estiman una función de producción ampliada con datos globales para la economía española durante el periodo 1964-1988, obteniendo elasticidades del capital público entre 0,18 (con diferencias) y 0,27 (con niveles).

Por último, González-Páramo (1995) confirma que las diferencias en los valores de las elasticidades del capital público se explican, entre otras cosas, por las distintas acepciones de infraestructura utilizadas y por las diversas técnicas econométricas aplicadas. Así, haciendo uso de los datos empleados por los anteriores autores, y bajo una misma especificación econométrica, obtiene con las series de Bajo y Sosvilla (1993) una elasticidad de 0,21 mientras que con las series de Mas et al. (1993a), la elasticidad alcanza incluso un valor de 0,60.

Sin embargo, las estimaciones de estos autores no resultaron del todo satisfactorias por varias razones. En primer lugar, los valores estimados para los factores privados (trabajo y capital) eran bajos. Así mismo, estos valores implicaban que la elasticidad respecto al capital público era demasiado elevada. En segundo lugar, existían diferencias muy notables en la elasticidad del capital público, desde un mínimo de 0,18 de Bajo y Sosvilla (1993) hasta 0,71 de Argimón et al. (1994). Por último, se observaba

que los coeficientes del capital público se reducían notablemente cuando se introducía otra variable representativa del resto del capital público o una tendencia exógena.

Por otra parte, cabe señalar, que los autores españoles utilizaron métodos más sofisticados que Aschauer para estimar la función de producción ampliada. Así bien, para evitar resultados espurios<sup>5</sup> algunos realizan estimaciones especificando las variables en primeras diferencias (García-Fontes y Serra (1994)) y otros efectuaron contrastes de cointegración (Bajo y Sosvilla (1993), Argimón et al. (1994) y González-Páramo (1995)).

### **3.2. ANÁLISIS EFECTUADOS A PARTIR DE DATOS DESAGREGADOS**

Otros autores se han centrado, principalmente, en la estimación de funciones de producción con paneles de datos en las que se combinan observaciones para varios años y distintas regiones<sup>6</sup> (el análisis por ramas de actividad es un caso muy excepcional). Con este procedimiento, se explora al mismo tiempo la variación de corte transversal y temporal de los datos, lo que permite evitar alguno de los problemas econométricos que surgen en los estudios agregados y conseguir resultados más satisfactorios. Aunque encontramos numerosos trabajos que emplean esta técnica, para el caso español cabe destacar los siguientes:

García-Fontes y Serra (1994) estudiaron el efecto del capital público por CC.AA para el periodo 1980-88, mediante la realización de varias estimaciones tanto en niveles como en diferencias. Además, estos autores incluyeron variables ficticias temporales para recoger el posible efecto del ciclo económico sobre el modelo, así como variables ficticias regionales con objeto de aplicar en la estimación un modelo de efectos fijos<sup>7</sup>. Los resultados revelaron un impacto positivo de la inversión en infraestructuras sobre el producto regional, aunque los coeficientes disminuyeron respecto a las estimaciones agregadas.

---

<sup>5</sup> La relación o correlación espuria surge cuando dos o más variables se creen estadísticamente relacionadas pero, en realidad, no existe una relación de causalidad entre ellas.

<sup>6</sup> Uno de los trabajos más populares de principios de los noventa fue el de Munnell (1990) quién extendió al nivel regional el trabajo de Aschauer (1989), utilizando datos de panel para estados norteamericanos. En estos estudios los coeficientes del capital público fueron más bajos que para el conjunto de la economía (entre 0,04 y 0,16) debido, en parte, a la existencia de efectos externos interregionales.

<sup>7</sup> Los modelos propios de la técnica de panel de datos (modelo pool, modelo de efectos fijos y modelo de efectos aleatorios se explicarán en el apartado Metodología (5).

Mas et al. (1993b) estiman con técnicas de panel una función de producción con datos referidos a las CC.AA para el periodo 1980-89, utilizando únicamente las series de datos correspondientes a las infraestructuras productivas (carreteras, infraestructuras hidráulicas y estructuras urbanas), elaboradas por el Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (IVIE). Los autores evidenciaron la significatividad de este tipo de infraestructuras sobre la productividad de la industria de las distintas comunidades y observaron que no sólo influían las infraestructuras instaladas en la propia región, sino también el conjunto de las infraestructuras productivas españolas, debido a la naturaleza “tipo red” de muchas de ellas. En primer lugar, las estimaciones se realizaron utilizando un modelo de efectos aleatorios y posteriormente, introduciendo un término de tendencia. En ambos casos, el coeficiente del capital público resultó ser positivo, sin embargo, el hecho de introducir un término de tendencia, supuso la pérdida de significatividad de las variables relativas al stock de capital público, tanto referidas a la región como al agregado español.

Además, Mas et al. (1994) analizaron si las dotaciones de capital público de cada región española favorecían el avance de la productividad del sector privado que actúa en su territorio, y si la composición del capital público (productivo y social) era importante en ese sentido. Los resultados mostraron que era el capital público productivo el relevante en la explicación de la productividad del sector privado, no siendo estadísticamente significativo el papel del capital público social.

En otro de sus trabajos, Mas et al. (1996), analizan el papel del capital público, los tipos de infraestructuras en que está invertido y su distribución territorial en las ganancias de productividad del sector privado en las regiones españolas para el período 1964-1991. Los autores siguen un enfoque similar a los anteriores pero utilizan, esta vez, información del Banco Bilbao Vizcaya Argentaria (BBVA). Los resultados obtenidos mostraron cómo las infraestructuras más unidas al proceso productivo presentaban un efecto positivo y significativo en la productividad. Asimismo, revelaron la importancia del efecto red de las infraestructuras de carácter productivo.

Por otro lado, De la Fuente (1994) desarrolló un modelo que incorporaba como variables el capital humano y la dimensión del territorio. Los resultados obtenidos indicaban que tanto la educación como las infraestructuras eran determinantes importantes de la renta regional y que, el impacto de la dotación de capital público

sobre la productividad dependía de la extensión del territorio sobre el que se distribuía. La estimación se realizó con datos en niveles por mínimos cuadrados ordinarios sobre un panel de tres años 1980, 1985 y 1990.

En un segundo estudio, utilizando un panel de datos regionales que cubre el periodo 1964-91, De la Fuente (1996) analiza la relación entre infraestructuras y productividad mediante un modelo descriptivo de crecimiento que combina una función de producción regional con una especificación de los determinantes de la tasa de progreso técnico. El autor realiza un análisis de sensibilidad econométrica de los resultados y, por término medio, obtiene que la elasticidad del capital público se sitúa en 0,06. La significatividad de esta variable, sin embargo, desaparece en las especificaciones en diferencias o en aquellas en las que se introduce un término de error autorregresivo. Este autor observa que los resultados obtenidos dependen de las especificaciones utilizadas, en este sentido, comprueba que cuando no se tienen en cuenta las peculiaridades específicas regionales, el coeficiente del capital público es generalmente positivo y significativo, mientras que cuando se introducen efectos específicos por regiones o se emplea una especificación en diferencias las infraestructuras pierden su significatividad y aparecen en algunos casos con un coeficiente negativo.

Dabán y Murgui (1997) plantearon la función de producción a nivel nacional con cuatro factores productivos: capital, trabajo, capital humano y capital público. Estos autores emplearon diferentes métodos de estimación (efectos totales, fijos y aleatorios) y estimaron tanto en niveles como en diferencias. A pesar del resultado negativo del test de Hausman<sup>8</sup>, escogieron el modelo de efectos aleatorios por las buenas estimaciones de los parámetros que obtuvieron y porque dicho modelo apoyaba la tesis de rendimientos constantes a escala.

Finalmente Moreno et al. (1996), con datos para el periodo 1964-1991, estiman una función de producción tipo Cobb-Douglas en la que aparecen como inputs y de forma separada, el capital público productivo y el social. Sus resultados apuntan hacia un efecto directo del primero muy moderado, 0,05, mientras que el componente social tiende a no resultar significativo. Por otra parte, los autores demuestran la variabilidad intersectorial de los efectos del capital público, mediante la estimación de funciones de

---

<sup>8</sup> El test de Hausman se utiliza para poder decidir entre una estimación mediante un modelo de efectos fijos o una estimación por efectos aleatorios. En el apartado 5 del trabajo se explicará con más detalle este contraste.

producción para cada sector (agricultura, industria, construcción y servicios). También estiman las relaciones de sustitutibilidad entre los distintos inputs mediante la estimación de una función de producción Cobb-Douglas expandida, y abordan el problema de los efectos desbordamiento en una estimación por regiones, aplicando instrumentos procedentes de la econometría espacial.

En definitiva, puede concluirse que, tanto los análisis del impacto de las infraestructuras que utilizan datos agregados para toda la economía española, como los que utilizan datos de panel para las comunidades autónomas, obtienen resultados positivos y generalmente significativos para el capital público. No obstante, se observa que existen diferencias importantes en las elasticidades estimadas que pueden deberse a diversos factores.

En primer lugar, el tipo (o definición) de capital público utilizado en las estimaciones es un factor que condiciona los resultados obtenidos. Así, existen trabajos que emplean el capital público total (infraestructuras más capital social), otros solamente las infraestructuras (o capital público productivo). Además, hay autores que, al utilizar datos desagregados por regiones, incluyen en la variable de capital público una parte correspondiente al de las regiones colindantes. Por tanto, la existencia de tanta diversidad en las medidas de capital público utilizadas, dificulta la obtención de conclusiones generales. No obstante, se puede deducir que los valores más pequeños estimados para el parámetro de la elasticidad output del capital público se dan cuando se utiliza el capital total (que incluye el productivo y el social) como medida del capital público, mientras que si sólo se incluyen las infraestructuras productivas, los valores obtenidos aumentan. Asimismo, la inclusión del capital público productivo de las regiones colindantes suele incrementar todavía más la magnitud de la elasticidad output estimada.

En segundo lugar, la multiplicidad de modelos y métodos utilizados también llevan a una gran disparidad de resultados en la estimación del coeficiente del capital público. Como hemos visto, existe un grupo de trabajos que emplean para el análisis técnicas de series temporales, mientras que otros autores, abordan el problema estimando paneles de datos mediante diversos métodos (efectos fijos o efectos aleatorios). En este sentido, se observa que, en general, la utilización de técnicas de series temporales suele llevar a la obtención de valores estimados más elevados que si se utilizan datos desagregados

regionalmente. Esta disminución del valor de la elasticidad que se produce al utilizar datos de panel se debe, entre otras cosas, a los efectos desbordamiento interregionales (spillovers), de manera que, una parte de los efectos positivos de las infraestructuras se dispersan hacia otras regiones. Por último, otro aspecto ligado a las técnicas de estimación tiene que ver con la forma funcional elegida en las estimaciones. Aunque la mayoría de estudios utilizan funciones de producción del tipo Cobb-Douglas, las variables incluidas, las hipótesis sobre rendimientos a escala y otros supuestos utilizados en las especificaciones los diferencian. De este modo, se observa que los valores estimados para la elasticidad output del capital público suelen presentar valores más elevados cuando se impone la hipótesis de rendimientos constantes a escala o que suelen ser más bajos cuando se incluye una tendencia temporal en la especificación econométrica. Finalmente, en algún otro caso se observa que, la significatividad de la variable desaparece cuando se estima en primeras diferencias.

## 4. ANÁLISIS DE DATOS

A partir de las propuestas teóricas sobre el tema, se han seleccionado las siguientes variables, referidas a las 17 CC.AA española y al período comprendido entre 1980 y 2007. Como endógena<sup>9</sup>, se utilizará el valor añadido bruto (VAB). Como variables explicativas se utilizarán el stock de capital privado, stock de capital público, empleo y la tasa de paro. Todas las variables, excepto la tasa de paro, se han obtenido de la base de información para el análisis de las economías regionales, elaborada por la Dirección General de Análisis y Programación Presupuestaria del Ministerio de Economía y Hacienda, más conocida como BD.MORES<sup>10</sup>. Dados los objetivos del trabajo, se recogerá información referente al agregado nacional. Por su parte, la tasa de paro para las distintas CC.AA. se ha obtenido a partir de los datos de la Contabilidad Regional del Instituto Nacional de Estadística (INE). A continuación, se muestra una breve descripción de las variables que se han considerado en el modelo econométrico de estudio:

- **Valor Añadido Bruto**

Los datos referentes al valor añadido bruto están valorados a precios del año 2000. El VAB se obtiene como diferencia de la valoración a precios constantes de dicho año de la producción y de los consumos intermedios.

- **Stock de capital público y privado**

El stock de capital comprende el conjunto de bienes tangibles que pueden ser reproducidos y utilizados durante varios períodos para producir otros bienes y servicios. Se utiliza el concepto de stock neto de capital, estimándose mediante la acumulación de los flujos de inversión asociados a una serie de supuestos sobre la vida útil media y el patrón de depreciación.

---

<sup>9</sup> La variable dependiente o endógena es aquella que se quiere explicar, mientras que las variables independientes o exógenas explican la variable dependiente.

<sup>10</sup> La BD. MORES se caracteriza por ser una base de datos fundamentada en datos oficiales, compatibles a escala agregada y sectorial con la Contabilidad Regional de España (CRE) y la Contabilidad Nacional de España (CNE) en corrientes y constantes. Actualmente, es la base que contiene la sistematización y aportación del conjunto de datos regionales más completo y homogéneo existente desde 1980. Además, los datos proporcionados por la BD. MORES, se encuentran tanto a nivel nacional como por comunidades autónomas desagregados en 20 ramas de actividad.

En nuestro estudio vamos a diferenciar entre stock de capital público y stock de capital privado, ambos valorados a euros constantes del año 2000. En cuanto al stock de capital público, se va a considerar el stock total, esto es capital productivo (carreteras, hidráulica, puertos, estructuras urbanas, aeropuertos y ferrocarriles) y capital social (educación y sanidad) de las administraciones públicas.

Tanto los datos del stock de capital público como los del privado se encuentran disponibles a escala nacional, y desagregados por comunidades autónomas.

- **Empleo**

La variable empleo hace referencia al número de ocupados medido en miles de personas. Un puesto de trabajo se define como un contrato explícito o implícito entre una persona y una unidad institucional residente, para realizar un trabajo a cambio de una remuneración durante un período definido o indefinido de tiempo. Esta definición abarca los puestos de trabajo de los asalariados y de los trabajadores autónomos; en los puestos de trabajo de los asalariados, la persona pertenece a una unidad institucional distinta de la del empleador; en los puestos de trabajo de los trabajadores autónomos, la persona pertenece a la misma unidad institucional que el empleador.

- **Paro**

Los datos de la tasa de paro se han obtenido de la Encuesta de Población Activa (EPA) que realiza trimestralmente el Instituto Nacional de Estadística (INE). La tasa de paro es un porcentaje que expresa la proporción de parados que hay respecto al total de activos, entendiendo por parado o desempleado a toda persona que forma parte de la población activa (se encuentra en edad y en condiciones de trabajar), que no tiene empleo pero está buscando y tiene la intención de trabajar.

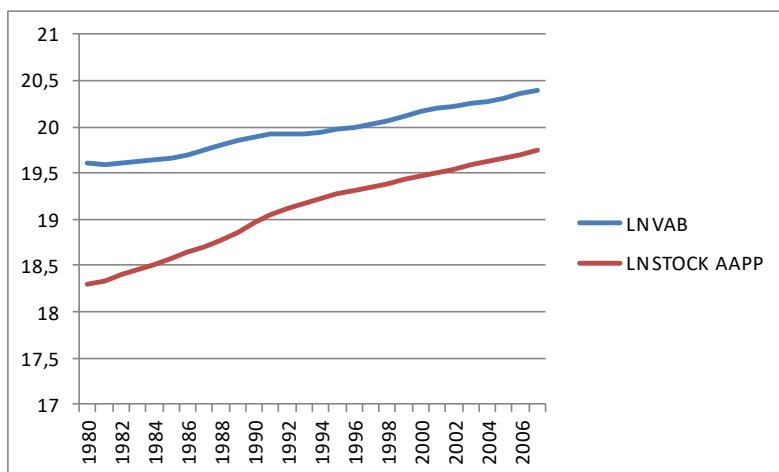
Por otro lado, de cara a un análisis más exhaustivo de los resultados obtenidos y presentados en los capítulos siguientes de este trabajo, vamos a analizar la evolución de los dos principales agregados macroeconómicos en los que se centra el estudio: el valor añadido bruto y el capital público en la economía española. La evolución de dichas variables se examinará tanto a nivel agregado como por comunidades autónomas para el período comprendido entre 1980-2007. No obstante, en los *Anexos 1 y 2* se muestran una serie de gráficos referentes a la evolución del resto de las variables empleadas en el

modelo en comparación con el VAB, así como una comparativa de la evolución real del stock de capital privado y el público, que sirven de apoyo para entender el papel de dichos factores en la economía española y los resultados obtenidos en el modelo teórico propuesto. Comenzamos por el análisis de las variables en el ámbito nacional.

En los gráficos 1 y 2 se representan la evolución real del VAB y del stock de capital público en España en términos logarítmicos y la tasa de crecimiento anual de ambas variables (en %), respectivamente. Como se puede apreciar, ambas variables muestran una tendencia creciente a lo largo de los años, aunque al inicio del periodo el stock de capital muestra un crecimiento positivo más acelerado. No obstante, con el paso de los años VAB y stock de capital público tienden a igualarse.

**GRÁFICO 1**

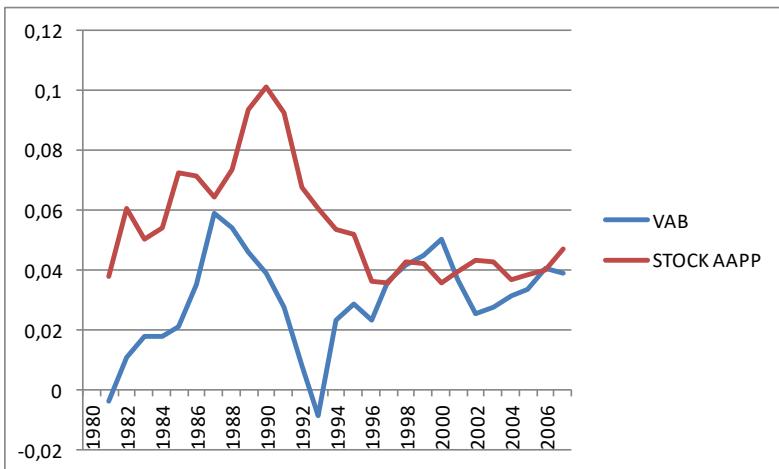
**Evolución real del VAB y del stock de capital público en España (en logaritmos neperianos, ln)**



**Fuente:** elaboración propia con los datos de la BD.MORES

## GRÁFICO 2

**Crecimiento anual del VAB y del stock de capital público en España (en%)**



**Fuente:** elaboración propia con los datos de la BD.MORES

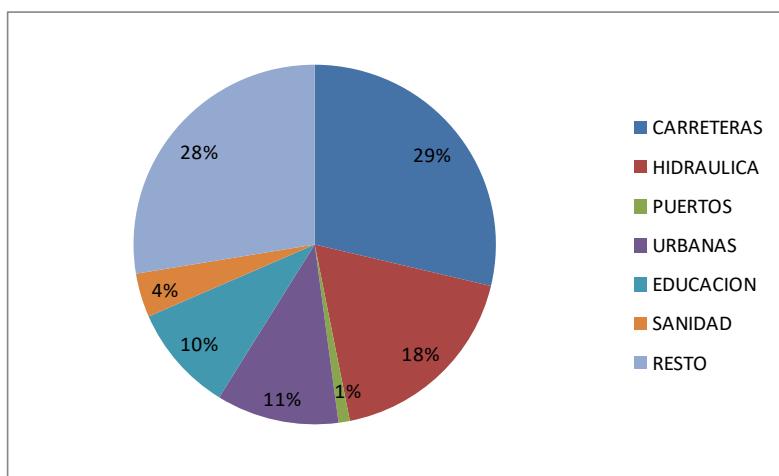
Si nos fijamos en las tasas de crecimiento anual (gráfico 2), vemos que entre 1982 y 1992 el stock de capital experimenta una etapa de expansión, creciendo a mayores niveles que el VAB. Cabe destacar, que en estas fechas, tuvieron lugar dos importantes acontecimientos celebrados en España: la Exposición Universal celebrada en Sevilla y los Juegos Olímpicos en Barcelona que implicaron cuantiosas inversiones en infraestructuras. A partir de entonces, el stock de capital público ha seguido creciendo pero a un ritmo menor, situándose al final del periodo al mismo nivel que el VAB. Con la crisis económica que tuvo lugar en los primeros años de los 90, la inversión pública sufrió un importante frenazo que repercutió evidentemente en los ritmos de acumulación del capital.

Del mismo modo, desde 1980 el crecimiento de la economía española ha sido muy notable, sufriendo un importante descenso a principios de los años 90 como consecuencia de la gran de recesión de 1992-1993 que afectó a España. Tras una recuperación rápida, la economía recorrió un largo periodo de crecimiento a ritmos muy elevados.

Por otro lado, el fuerte ritmo de crecimiento del stock de capital público ha ido acompañado de cambios en la estructura del mismo. En el gráfico 3 se presenta un promedio de la composición del capital de las Administraciones Pùblicas españolas por

funciones, para el periodo comprendido entre 1980 y 2007. En general, destaca el importante peso de las infraestructuras productivas, frente a la inversión en infraestructuras de tipo social. Como se aprecia en el gráfico, las carreteras (29%) y la partida que engloba al resto de infraestructuras que no se desglosan (28%) son las funciones que presentan un mayor peso sobre el total, seguidas de las hidráulicas (18%). Por el contrario, las partidas que muestran un peso menor en el stock de capital público son los puertos que únicamente manifiestan el 1% del total y la sanidad (4%).

**GRÁFICO 3**  
**Stock de capital público desagregado por funciones**  
**(Promedio anual en %)**



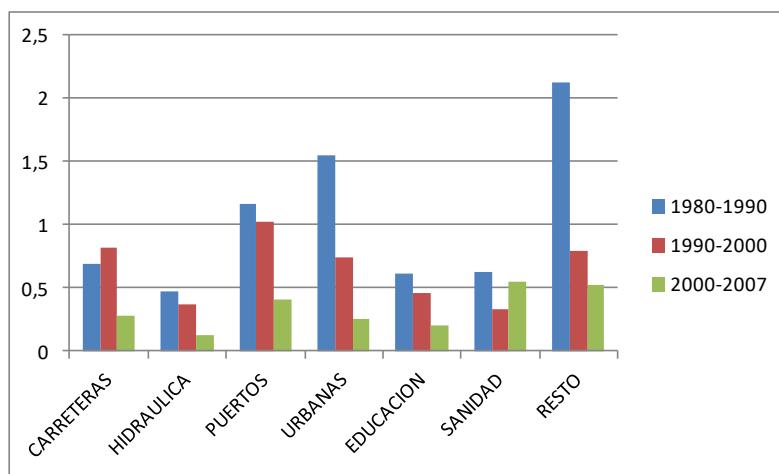
**NOTA:** en resto se incluye ferrocarriles

**Fuente:** elaboración propia con los datos de la BD.MORES

Asimismo, el elevado crecimiento del capital público no se da en todas las partidas por igual. Si analizamos la tasa de crecimiento del stock de capital por funciones (gráfico 4) vemos que las dotaciones de capital público han ido cambiando continuamente su composición. Los diferentes programas de inversión pública de los distintos periodos y regímenes políticos por los que se ha transitado durante el periodo analizado ha puesto el énfasis en diferentes tipos de funciones de gasto, concentrando el esfuerzo inversor en determinadas partidas según el periodo, lo que ha influido en la composición del stock. Así pues, durante el periodo 1980-1990 las partidas que presentan un crecimiento más elevado son la de resto de infraestructuras (donde se incluyen ferrocarriles) y la de

urbanas, mientras que durante el periodo 2000-20007 es la salud la que crece con mayor intensidad, incrementándose el peso que tiene en el total el capital de tipo social. En general, se puede decir que las funciones que tienen menor peso en el capital inicial pueden multiplicar su stock con más facilidad, como es el caso de la salud o los puertos. Por el contrario, las funciones que más peso tienen (carreteras e hidráulicas) han experimentado un crecimiento inferior.

**GRÁFICO 4**  
**Crecimiento del stock de capital público por funciones (en %)**

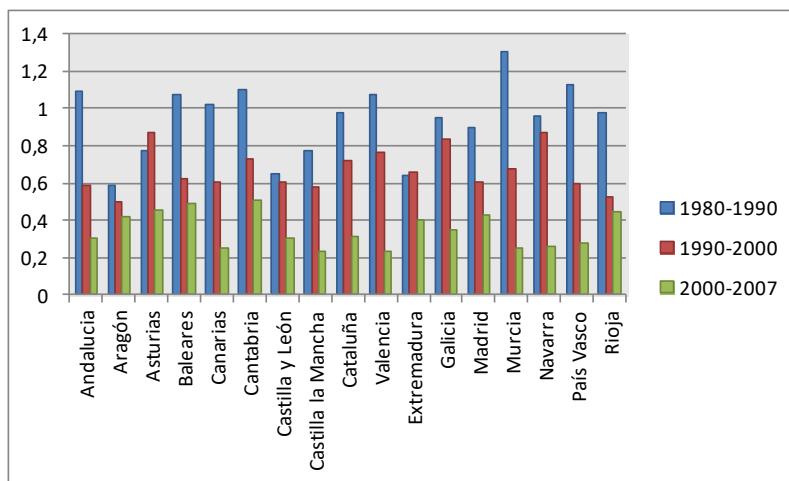


**Fuente:** elaboración propia con los datos de la BD.MORES

Finalmente, en los gráficos 5 y 6 se muestra el crecimiento del VAB y del stock de capital público (en %) respectivamente por comunidades autónomas. En ambos casos, las tasas muestran un crecimiento similar a las registradas a nivel nacional. Sin embargo, la dinámica no ha sido igual entre regiones. La relación entre crecimiento del stock de capital público y crecimiento del VAB de las regiones presenta una notable heterogeneidad durante el periodo analizado. Así bien, si nos fijamos, por ejemplo, en el periodo 1980-1990, las regiones que experimentan un mayor crecimiento del VAB son Extremadura, Murcia, Islas Baleares y Andalucía, mientras que en el lado opuesto, se encuentran Asturias y Galicia. En cuanto al capital público, sigue siendo Murcia la que registra mayores tasas de crecimiento, siendo Extremadura una de las regiones que

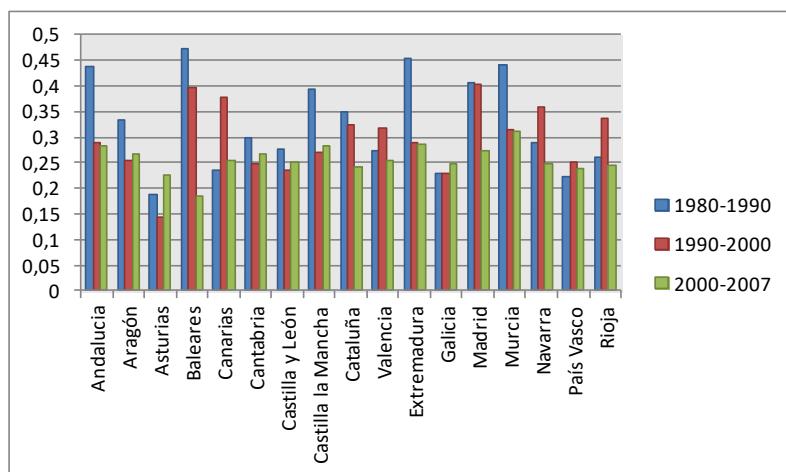
menos crece, a pesar de registrar mayores tasas de crecimiento del VAB, junto con Aragón.

**GRÁFICO 5**  
**Crecimiento del VAB por comunidades autónomas (en %)**



**Fuente:** elaboración propia con los datos de la BD.MORES

**GRÁFICO 6**  
**Crecimiento del stock de capital público por comunidades autónomas (en %)**



**Fuente:** elaboración propia con los datos de la BD.MORES

## 5. METODOLOGÍA

En esta sección, se presenta el modelo económico objeto de estudio, así como las especificaciones teóricas del enfoque utilizado.

Como ya se ha comentado en apartados anteriores, el objetivo que se persigue en este trabajo, es analizar en qué modo las dotaciones de capital público contribuyen al crecimiento de la producción de las regiones españolas, para el periodo de tiempo comprendido entre 1980 a 2007. Para ello, partiendo de la información estadística recogida de la base de datos BD. MORES, se va a realizar la estimación de un modelo econométrico basado en el enfoque de la función de producción<sup>11</sup>. De este modo, se podrá identificar el papel que ocupa la inversión pública en el crecimiento y desarrollo económico del país.

En concreto, la función de producción considerada en este trabajo es del tipo Cobb-Douglas<sup>12</sup>, que permite captar el efecto que tienen sobre la variable dependiente otras variables diferentes a la consideración original de trabajo y capital. Se parte de la propuesta efectuada por Aschauer (1989), en la que con objeto de explicar el output (Y), se introducía, además de los factores clásicos empleo (L) y capital privado (K), el capital público como un factor productivo adicional. Esto es:

$$Y_{it} = A F (K_{it}, L_{it}, KG_{it}) \quad (E1)$$

Donde:

Y = valor añadido bruto de las provincias a euros constantes del año 2000.

A = variable exógena constante que incluye otros factores determinantes de la producción tales como el progreso tecnológico, economías de aglomeración, situación geoeconómica,...

K = stock de capital neto privado a euros constantes del año 2000.

L = empleo agregado (número de ocupados medido en miles de personas).

---

<sup>11</sup> Método más utilizado por la literatura económica, para analizar los efectos del capital público sobre la actividad económica. Dicho enfoque se basa en la relación eficiente entre inputs y output, plasmada en una función de producción.

<sup>12</sup> Se ha optado por este tipo de función por razones operativas, pese a las críticas sobre su limitación de perfecta sustitutibilidad entre los inputs.

$KG$  = stock de capital neto público a euros constantes del año 2000.

$i$  = diecisiete comunidades autónoma españolas.

$t$  = años desde 1980 a 2007.

Dado que la función es de tipo Cobb-Douglas, quedaría expresada de la siguiente manera:

$$Y_{it} = A \cdot K_{it}^{\beta_1} \cdot L_{it}^{\beta_2} \cdot KG_{it}^{\beta_3} \quad (E2)$$

Los exponentes para cada input representan la elasticidad del valor añadido bruto respecto a cada uno de los factores considerados, de manera que  $\beta^1$ ,  $\beta^2$  y  $\beta^3$ , simbolizan la contribución relativa de cada input al output. Dicho de otra forma, los exponentes indican el porcentaje de cambio en el output, ante el cambio en el input en un 1%.

Si linealizamos la expresión anterior aplicando logaritmos neperianos y añadimos una perturbación aleatoria, podemos escribir la función de producción como sigue:

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln K_{it} + \beta_2 \cdot \ln L_{it} + \beta_3 \cdot \ln KG_{it} + u_{it} \quad (E3)$$

Además, la especificación anterior, puede completarse, siguiendo la propuesta de Munnel (1990), utilizando la tasa de desempleo como variable de control, para capturar los efectos que el ciclo económico ejerce sobre la producción. De esta forma, el modelo finalmente propuesto en este trabajo viene dado por la siguiente expresión:

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln K_{it} + \beta_2 \cdot \ln L_{it} + \beta_3 \cdot \ln KG_{it} + \beta_4 \cdot TD_{it} + u_{it} \quad (E4)$$

Donde  $TD_{it}$  se refiere a la tasa de desempleo existente en la comunidad  $i$  en el período  $t$ .

Sobre la ecuación anterior, y con objeto de analizar el efecto que el crecimiento de las correspondientes variables explicativas genera en el crecimiento de la producción, se procede a especificar el modelo en términos de las correspondientes variables expresadas en primeras diferencias:

$$\Delta \ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \Delta \ln K_{it} + \beta_2 \cdot \Delta \ln L_{it} + \beta_3 \cdot \Delta \ln KG_{it} + \beta_4 \cdot TD_{it} + \Delta u_{it} \quad (E5)$$

Finalmente, la especificación anterior (E5) se ha estimado a partir de la muestra referida al panel de datos de las diecisiete comunidades autónomas para el periodo 1980-2007.

Se estiman los modelos propios del panel de datos, esto es, los denominados modelo pool, modelo de efectos fijos y modelo de efectos aleatorios. Sobre ellos, se propone la especificación que mejor recoge la evolución de los datos a partir de los contrastes de especificación propuestos en la literatura. Por último, se valoran los resultados obtenidos en el contexto de otros resultados existentes en el mismo marco español.

Como se pone de manifiesto en la literatura panel (ver Hsiao (2003), Klevmarken (1989) y Baltagi (2005)), el uso de datos de panel presenta importantes ventajas. Entre ellas, la ventaja más notable estriba en permitir resolver o reducir la magnitud de un problema econométrico muy importante que, a menudo aparece en los estudios empíricos. Esto es la presencia de variables omitidas (inobservadas u observadas con error) que están correlacionadas con las variables explicativas del modelo. Ello implica limitar o reducir el denominado *sesgo de heterogeneidad*. Como en todo tipo de modelizaciones, un modelo de datos de panel pretende explicar una variable a través de las variables más importantes, excluyendo ciertas variables cuyo impacto es menos significativo o peculiar de ciertos individuos. En estas circunstancias, la suposición típica de que una variable económica y es generada por una función de distribución probabilística  $P(y|\theta)$ , donde  $\theta$  es un vector real idéntico para todos los individuos y períodos puede no ser realista. A veces, se da el caso de que CC.AA con características observables idénticas se comportan o adoptan decisiones de manera diferente. Esto implica la existencia de factores no observables, específicos para cada CC.AA, que hacen que su comportamiento sea diferente respecto al de otras. Del mismo modo, una misma CC.AA puede comportarse de diferente manera en distintos períodos de tiempo debido a factores temporales no observables característicos de cada periodo temporal. El ignorar dichos efectos específicos de CC.AA y tiempo que existen entre las unidades de tiempo o de corte transversal, y que no se capturan con las variables incluidas en el modelo, puede conducirnos a la presencia de importantes sesgos de heterogeneidad en los parámetros del modelo especificado, por lo que resulta conveniente diferenciar estos parámetros en el tiempo o entre individuos (comunidades autónomas en nuestro caso).

Sin tratar de ser exhaustivos, podemos señalar otras ventajas inherentes a este tipo de datos, como son las siguientes. Los datos de panel proporcionan menos problemas de

multicolinealidad<sup>13</sup>, más grados de libertad y, por tanto, mayor eficiencia. La utilización de datos de panel, permite utilizar un conjunto de datos más informativos, en el sentido de que es capaz de recoger con mayor precisión la variabilidad en los datos, tanto la existente entre las CC.AA como la que existe a lo largo del tiempo. Por otro lado, la utilización de datos de panel permite identificar y medir algunos efectos que no pueden considerarse al utilizar únicamente datos de corte transversal o datos de series temporales. A diferencia de los datos de corte transversal, una ventaja adicional de los datos de panel radica en la posible modelización de efectos dinámicos. Otra de las ventajas atribuidas a los datos de panel con respecto a los datos de corte transversal es la gran capacidad que ofrecen al investigador de construir y contrastar complicados modelos de comportamiento.

La especificación general de la ecuación (E5), en el marco de un panel de datos es la siguiente:

$$\Delta \ln Y_{it} = \alpha_{it} + \beta_0 + \beta_1 \cdot \Delta \ln K_{it} + \beta_2 \cdot \Delta \ln L_{it} + \beta_3 \cdot \Delta \ln KG_{it} + \beta_4 \cdot TD_{it} + \Delta u_{it} \quad (\text{E6})$$

Donde el término  $\alpha_{it}$  recoge la heterogeneidad provocada por los efectos no observables asociados a las CC.AA y/o el tiempo. Si  $\alpha_{it}$  sólo recoge efectos inobservados asociados a las CC.AA,  $\alpha_{it} = \alpha_i$ , o si sólo recoge efectos inobservados asociados al tiempo,  $\alpha_{it} = \alpha_t$ , el modelo resultante se denomina ***One-Way model***. En caso de que aparezcan ambos tipos de efectos el modelo panel resultante se denomina ***Two-Way model***. Por último, cabe mencionar que dependiendo de la consideración que se le dé al término independiente  $\alpha_{it}$  de la ecuación (E6), se distinguen tres enfoques:

- ***Modelo agrupado (o pool)***: el término independiente es constante para todos los individuos y en los períodos (es decir,  $\alpha_{it} = \alpha$ ).
- ***Modelo de efectos fijos***: el término independiente puede ser distinto para cada individuo (es decir,  $\alpha_{it} = \alpha_i$ ), cada período (es decir,  $\alpha_{it} = \alpha_t$ ) o ambos.
- ***Modelo de efectos aleatorios***: el término independiente,  $\alpha_{it}$ , es una variable aleatoria. Asumimos que, aunque tales términos independientes difieren entre

---

<sup>13</sup> El problema de la multicolinealidad se da cuando en un modelo de regresión lineal múltiple alguna variable explicativa es combinación lineal de otras, incumpliéndose la hipótesis de *ausencia de multicolinealidad exacta*. En este caso, el modelo sería irresoluble ya que, la matriz  $X'X$  sería singular y su determinante igual a cero, siendo imposible invertir la matriz y por lo tanto, estimar el modelo.

individuos y/o tiempo, puede considerarse que proceden de una distribución de media  $\mu$  y varianza  $\sigma_\alpha^2$ .

En el **modelo pool** se considera toda la información sin diferenciar entre CC.AA o períodos temporales. En este caso, no existe heterogeneidad no observable en el sistema de datos de panel y se emplea el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) para estimar el modelo.

No obstante, como se ha comentado anteriormente, a veces existen efectos específicos de cada CC.AA y tiempo inobservables (heterogeneidad no observable) que es conveniente tratar. Por ello, es importante buscar una especificación apropiada que capture dicha heterogeneidad, con el fin de evitar el problema de sesgo sobre los estimadores de los parámetros de las variables explicativas, que posiblemente se cometería si se empleara el modelo Pool. En este sentido, surgen los modelos de efectos fijos o efectos aleatorios, que permiten abordar el tema de la heterogeneidad no observable.

Como se indicó brevemente, una posibilidad de explicar los datos con el **modelo de efectos fijos**, supone que existen N términos independientes que recogerían las diferencias entre las distintas CC.AA y que se conocen como efectos fijos individuales<sup>14</sup>. La variación de los efectos fijos individuales proviene de las variables omitidas que varían entre las distintas CC.AA pero no en el tiempo. Esto es:

$$\Delta \ln Y_{it} = \alpha_i + \beta_0 + \beta_1 \cdot \Delta \ln K_{it} + \beta_2 \cdot \Delta \ln L_{it} + \beta_3 \cdot \Delta \ln KG_{it} + \beta_4 \cdot TD_{it} + \Delta u_{it} \quad (E7)$$

El modelo (E7) equivale a la especificación de un modelo pool (E5) ampliado con la inclusión de una variable ficticia aditiva asociada a cada CCAA. En consecuencia la selección entre el modelo pool (E5) y el modelo de efectos fijos (E7) se realiza a partir de un contraste **F de significatividad conjunta** de todos los parámetros asociados a las 16 variables ficticias introducidas para recoger el comportamiento diferencial de las 17 CC.AA españolas.

A diferencia del modelo de efectos fijos, el **modelo de efectos aleatorios** considera que los efectos individuales ( $\alpha_i$  en la ecuación (E7)) están distribuidos aleatoriamente

---

<sup>14</sup> También existen modelos de efectos fijos temporales (las variables son constantes entre individuos pero evolucionan en el tiempo) o ambos (modelos de efectos fijos individuales y temporales).

alrededor de un valor dado. Una práctica común en el análisis de regresión es asumir que el gran número de factores que afecta el valor de las variable dependiente pero que no han sido incluidas explícitamente como variables independientes del modelo, pueden resumirse apropiadamente en la perturbación aleatoria. Por ello, los efectos individuales se suman al término de error, quedando el modelo definido mediante la siguiente expresión:

$$\Delta \ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \Delta \ln K_{it} + \beta_2 \cdot \Delta \ln L_{it} + \beta_3 \cdot \Delta \ln KG_{it} + \beta_4 \cdot TD_{it} + (\alpha_i + \Delta u_{it}) \quad (E8)$$

En este caso, el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) no es aplicable dado que no se cumplen los supuestos que permiten que el estimador sea consistente<sup>15</sup>. Por lo que es preferible en este caso utilizar el método de Mínimos cuadrados Generalizados (MCG) cuyas estimaciones son superiores al de MCO en caso de no cumplirse los supuestos tradicionales y son similares en caso contrario. En este caso, la selección entre el modelo pool en (E3) y el modelo de efectos aleatorios formulado en (E8) se llevará a cabo a partir del estadístico de **Breusch-Pagan**. Bajo la hipótesis nula no hay efectos aleatorios y, por lo tanto, si no es rechazada se seleccionaría el modelo pool. En caso contrario, la evidencia empírica indicaría preferencia sobre el modelo de efectos aleatorios.

Por último, una diferencia fundamental entre los modelos de efectos fijos y los modelos de efectos aleatorios radica en hecho de que el modelo de efectos fijos es compatible con una correlación no nula entre los efectos inobservados recogidos en  $\alpha_i$  y las propias variables explicativas incluidas en el modelo. Por el contrario, el modelo de efectos aleatorios exige el supuesto de independencia entre ellos. De esta forma, es importante contrastar si este supuesto es cierto, de cara a seleccionar cuál de los dos es preferido por los datos. El test propuesto por **Hausman** nos permitirá llevar a cabo dicho contraste, a partir de la comparación de los  $\beta$  obtenidos por medio del estimador de efectos fijos y efectos aleatorios, identificando si las diferencias entre ellos son o no significativas. En otros términos, Hausman (1978) sugirió el contraste de la hipótesis

---

<sup>15</sup> Las propiedades de los estimadores son las siguientes: *linealidad* (si se puede expresar como combinación lineal de los valores de la endógena), *insesgadez* (si el valor más probable del estimador coincide con el verdadero valor del parámetro), *consistencia* (si la diferencia entre el valor estimado del parámetro y el real se anula para una muestra infinita, *óptimo* (si el estimador tiene varianza mínima entre todos los estimadores lineales e insesgados) y *eficiente* (mínima varianza entre todos los estimadores insesgados).

nula de que las variables observables incluidas en la regresión y  $\alpha_i$  están incorrelados, frente a la alternativa de que sí existe dicha correlación. La idea general del contraste es comparar dos estimadores: uno, consistente bajo ambas hipótesis, nula y alternativa y otro, consistente (y eficiente) sólo bajo la hipótesis nula. Una diferencia significativa entre los dos estimadores implicaría rechazar la hipótesis nula. En el caso que nos ocupa, el estimador de efectos fijos  $\hat{\beta}_{EF}$  es un estimador consistente de  $\beta$  tanto en el caso de que exista correlación las variables observables incluidas en la regresión y  $\alpha_i$  como del caso que no exista, mientras que el estimador de efectos aleatorios  $\hat{\beta}_{RE}$  es consistente (y eficiente) sólo en el caso de que dicha variables estén incorrelados. A partir de aquí, el estadístico de Hausman se calcula como:

$$\xi_H = \left( \hat{\beta}_{EF} - \hat{\beta}_{RE} \right)' \left[ \hat{V} \left\{ \hat{\beta}_{EF} \right\} - \hat{V} \left\{ \hat{\beta}_{RE} \right\} \right]^{-1} \left( \hat{\beta}_{EF} - \hat{\beta}_{RE} \right) \quad (E9)$$

Donde  $\hat{V}$  denota la estimación de la verdadera matriz de varianzas y covarianzas. Bajo la hipótesis nula (la cual implícitamente dice que  $plim(\hat{\beta}_{EF} - \hat{\beta}_{RE}) = 0$ ), el estadístico  $\xi_H$  se distribuye asintóticamente como una distribución  $\chi^2$  con  $K$  grados de libertad, donde  $K$  es el número de elementos del vector de parámetros  $\beta$  (variables explicativas del modelo). Si no se rechaza la hipótesis nula, es decir el valor del test de Hausman es inferior al valor de las tablas  $\chi_k^2$  se seleccionaría el modelo de efectos aleatorios. En caso contrario, se tendría evidencia a favor del modelo de efectos fijos.

## 6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En este apartado se van a recoger los resultados obtenidos de la estimación del modelo econométrico propuesto para el panel de datos de las 17 comunidades autónomas españolas desde 1980 a 2007.

Así bien, en la tabla 1 se muestran los resultados estimados de cada una de las variables introducidas en la función de producción, para cada uno de los modelos propios del panel de datos empleados en el estudio (modelo pool, modelos de efectos fijos y modelo de efectos aleatorios).

**TABLA 1**

**Parámetros estimados para los modelos alterativos (1980-2007) <sup>(a), (b)</sup>**

<b>Variable dependiente <math>\Delta \ln (Y)</math></b>			
<b>VARIABLES</b>	<b>MODELO POOL (OLS)</b>	<b>MODELO DE EFECTOS FIJOS (EF)</b>	<b>MODELO DE EFECTOS ALEATORIOS (EA)</b>
<b>Constante</b>	0,016 *** (4,981)	0,015 *** (4,439)	0,016 *** (4,715)
$\Delta \ln K$	0,007 (0,073)	0,009 (0,095)	0,007 (0,082)
$\Delta \ln L$	0,425 *** (6,484)	0,428 *** (6,228)	0,425 *** (10,71)
$\Delta \ln KG$	0,082 ** (2,126)	0,098 ** (2,429)	0,082 ** (2,008)
<b>TD</b>	-0,0007 (-0,718)	-0,0007 (-0,640)	-0,0007 (-1,336)

(a) T-ratios in parenthesis. (b) An \* means significance at the 10% level, \*\* at the 5% and \*\*\* at the 1%

**Fuente:** elaboración propia con datos obtenidos mediante la aplicación Gretl diseñada para el análisis estadístico y la estimación de modelos económicos.

Como se puede observar, en los tres modelos estimados se obtienen elasticidades del capital público, positivas y significativas al 5%, confirmándose por tanto la importancia de este factor para el crecimiento regional. En concreto, los resultados indican que, manteniendo el resto de factores constantes, un incremento del capital público en un 1% genera un incremento significativo de la producción en torno a un de un 0,082% (modelo pool). Asimismo, se observa que, por lo general, cuando se estima mediante el modelo de efectos fijos, la elasticidad tiende a incrementarse levemente (0,092). Por otro lado, si comparamos los valores de las elasticidades del capital público con las obtenidas por otros autores, podemos corroborar que están en consonancia con aquellos estudios que utilizan datos de panel (principalmente con los de Mas, Maudos, Pérez y Uriel (1996) y De la Fuente (1994)), siendo mucho menores que las detectadas a nivel agregado, tal y como se deducía en la literatura existente.

Respecto al resto de factores, se aprecia que en los tres casos, tanto los coeficientes de la constante como los referentes al empleo, son positivos y significativos al 1%, mientras que la elasticidad del capital privado resulta ser positiva pero no significativa. La significatividad de la constante refleja la importancia relativa de otros factores comunes para todas las provincias diferentes a los tratados, como podría ser, entre otros, el progreso técnico. No obstante, entre todos los factores productivos, es la variación en el factor el trabajo la que genera una mayor respuesta en la producción. En concreto, si aumenta un 1% la dotación del factor trabajo, la producción aumenta significativamente en torno al 0,42%. Por último, en relación con el efecto sobre la producción de la tasa de desempleo, los resultados muestran un efecto negativo de -0,007, lo que significa que por cada incremento en un 1% de la tasa de desempleo, el VAB disminuye un 0,07 %.

Por otro lado, el estimar un modelo de efectos fijos, nos permite obtener los valores de los efectos individuales para cada comunidad autónoma, que reflejan las circunstancias particulares que influyen en la producción regional y que recogen el efecto específico para cada CC.AA del conjunto de variables no observables que afectan a la producción (que, por tanto, no han sido incluidas en el modelo).

Por último, como bien se ha indicado en el apartado anterior, se ha llevado a cabo el análisis de diversos contrastes de especificación para poder seleccionar entre los distintos modelos estimados, proponiendo aquel que mejor se ajuste a la evolución de los datos. En la tabla 2 se recogen los resultados de dichos contrastes.

**TABLA 2**  
**Contrastes de especificación**

Variable dependiente $\Delta \ln (Y)$			
CONTRASTES	MODELO POOL (OLS)	MODELO DE EFECTOS FIJOS (EF)	MODELO DE EFECTOS ALEATORIOS (EA)
<b>Contraste de igualdad de coeficientes (F test)</b> $H_0$ : MCO $H_A$ : EF	-	$F(16, 438) = 0.543867$	-
<b>Breush-Pagan</b> $H_0$ : MCO $H_A$ : EA	-	-	$\chi^2 (1) = 2.05524$
<b>Hausman test</b> $H_0$ : EA $H_A$ : EF	-	$\chi^2 (4) = 2.62783$	-

**Fuente:** elaboración propia con datos obtenidos mediante la aplicación Gretl.

A partir de los resultados reflejados en la tabla 2, podemos concluir que ni el contraste de Breush-Pagan ni el contraste F rechazan la hipótesis nula de un modelo pool frente a la hipótesis alternativa respectiva. Estos resultados son lógicos ante la homogeneidad de resultados que nos ofrecían los tres modelos presentados. En consecuencia, podemos afirmar que no existe evidencia empírica para rechazar el modelo pool, frente a los modelos de efectos fijos o aleatorios. Por tanto, se concluye que no existen efectos específicos de cada CC.AA inobservables que originen sesgos en los parámetros del modelo estimado con la agregación de todos los datos disponibles (modelo pool).

En relación al contraste Hausman efectuado, podemos decir que, en este caso, tampoco juega ninguna función por cuanto ni el modelo de efectos fijos ni el modelo de efectos aleatorios han sido seleccionados. En consecuencia, no es necesario plantearse la elección entre ellos.

## **7. CONCLUSIONES**

El papel que desempeñan las dotaciones de capital público en el crecimiento económico de un país, ha sido un tema de gran interés por parte de la literatura económica reciente. Destacan los trabajos pioneros de Aschauer (1989) y Munnell (1990) donde se analizaban los efectos de las inversiones públicas en infraestructuras y en otras categorías sobre la actividad privada de la economía norteamericana, introduciendo por primera vez al capital público como un factor productivo más en la función de producción agregada. Los resultados obtenidos demostraron evidencia empírica de la importancia de dicho factor para el conjunto de la economía estadounidense y suscitaron el interés de muchos otros autores que pronto comenzaron a indagar sobre el tema.

En España, los economistas también han realizado un importante esfuerzo para tratar de cuantificar el impacto que genera la dotación de capital público, sobre todo en infraestructuras, en el crecimiento de la economía. En todos los estudios que utilizan el enfoque de la función de producción, se obtienen resultados positivos y generalmente significativos para el capital público. No obstante, existen diferencias significativas en el valor estimado de las elasticidades que pueden deberse, por un lado, a la acepción de capital utilizada en las estimaciones y por otro, a la disparidad de métodos y modelos empleados por los autores (como se ha visto a lo largo del trabajo algunos autores utilizan series temporales y otros paneles de datos).

Del mismo modo, esta investigación trata de contrastar los efectos que generan diferentes variables (capital público, capital privado, empleo y desempleo) sobre la producción de las comunidades autónomas españolas, considerando principalmente la relación entre crecimiento económico y capital público mediante la estimación de una función de producción Cobb-Douglas.

La metodología empleada ha sido la de datos de panel principalmente, porque permite tratar el problema de variables omitidas en el modelo que puedan provocar sesgos en los parámetros estimados. Asimismo, la estimación se ha realizado en primeras diferencias con el objetivo de evitar un posible problema de relaciones espurias.

Los modelos econométricos estimados han sido tres: modelo Pool, modelo de efectos fijos y modelo de efectos aleatorios. Tanto el modelo de efectos fijos como el de efectos aleatorios permiten detectar la existencia de efectos específicos de cada CC.AA y tiempo inobservables, ofreciendo, en este caso, resultados más sólidos que los que se obtendrían mediante un modelo Pool en el cual se estarían omitiendo variables relevantes.

En este estudio, los resultados de los tres modelos estimados han sido muy homogéneos, obteniendo unos valores de las elasticidades del capital público que oscilan entre 0,082 (modelo Pool y efectos aleatorios) y 0,098 (modelo de efectos fijos) y resultan significativas al 5%. Por tanto, se concluye que dichos resultados están en línea con los que obtienen otros estudios de carácter regional, que establecen un impacto significativo entre la inversión pública y el crecimiento económico, apoyando la existencia de una relación positiva entre ambos, frente a aquellos estudios que no encuentran dicha causalidad. Además, los valores de las elasticidades del capital público obtenidos están dentro del rango que obtiene dichos estudios, lo que apoya la validez de los mismos.

Al mismo tiempo, ninguno de los contrastes de especificación (Breush-Pagan y contraste F) realizados para decidir cuál de los tres modelos recoge mejor la evolución de los datos rechazan la hipótesis nula de un modelo Pool frente a la hipótesis alternativa respectiva (efectos fijos o efectos aleatorios). Por lo tanto, no existen efectos específicos de cada CCAA inobservables que originen sesgos en los parámetros del modelo estimado con la agregación de todos los datos disponibles. Es decir, se puede concluir que el modelo Pool planteado representa perfectamente la relación existente entre las variables.

Por último, en base a los resultados obtenidos y a los estudios de la literatura existente, a continuación se proponen algunas de las consideraciones que deberían tenerse en cuenta de cara a futuras líneas de investigación.

Existe un amplio consenso relativo a que el stock de capital público interviene junto con el trabajo y el capital privado en el proceso productivo y que, a su vez, incide positivamente sobre el crecimiento económico. No obstante, a la hora de invertir en capital público se considera importante estudiar otros aspectos como los niveles de

gasto necesarios y suficientes, los beneficios que dicha inversión reporta a la sociedad o los niveles óptimos de los diferentes tipos de infraestructuras.

Por otra parte, la existencia de tantos estudios sobre el tema han dado lugar a resultados muy dispares de la elasticidad del capital público, lo que impide cuantificar la magnitud real de su contribución. Por ello, se considera relevante determinar un valor o rango de valores razonables para la elasticidad output del capital público, en lugar de determinar únicamente si el valor es positivo y significativo, que permita establecer conclusiones más contundentes.

Finalmente, a través de la revisión de la literatura existente se ha detectado que la forma funcional Cobb-Douglas resulta poco flexible, ya que no permite, por ejemplo, analizar el grado de complementariedad o sustitutibilidad entre los factores productivos. De manera que los resultados podrían variar ante la imposición o no del supuesto de rendimientos constantes a escala. Para la realización de este estudio se ha decidido utilizar la función de producción Cobb-Douglas por razones operativas, pero de cara a futuras investigaciones, podrían utilizarse otras formas funcionales, como la translogarítmica, que sí admiten este tipo de análisis.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

ARGIMÓN, I.; GONZÁLEZ-PARAMO, J.M.; MARTÍN, M.J.; y ROLDÁN, J.M. (1994): “Productividad e infraestructuras en la economía española”, *Moneda y Crédito*, 198, págs. 207-241.

ASCHAUER, D. (1989): “Is public expenditure productive?” *Journal of Monetary Economics*, 23, págs. 177-200.

AVILÉS, A.; GÓMEZ, R.; y SÁNCHEZ, J. (2001): “The effects of public infrastructure on the cost structure of Spanish industries”, *Spanish Economic Review*, 3(2), págs. 131-50.

BALTAGI, B.H. (2005): “Econometric analysis of panel data”, Third Edition, Wiley, England.

BAJO, O.; y SOSVILLA, S. (1993): “Does public capital affect private sector performance? An analysis of the Spanish case 1964-1988”, *Economic Modelling*, 10, págs. 179-185.

### BASE DE DATOS REGIONALES DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA BD.MORES

[Online] Disponible en: <http://www.sepg.pap.minhap.gob.es/>

BIEHL, D. (1988): “Las infraestructuras y el desarrollo regional”, *Papeles de Economía Española*. 35, págs. 293-310.

BOSCÁ, J.E.; ESCRIBÁ, F.J., y MURGUI, M.J. (2002): “The effect of public infrastructures on the private productive sector of Spanish regions”, *Journal of Regional Science*, vol. 42 (2), págs. 301-26.

DE LA FUENTE, A. (1994): “Capital público y productividad”, *Crecimiento y Convergencia Regional en España y Europa*, vol. 2. Instituto de Análisis Económico-CSIC, Barcelona, págs. 479-505.

DE LA FUENTE, A. (1996): “Infraestructuras y productividad. Un panorama de la evidencia empírica”, *Información Comercial Española*, nº 757, págs. 25-41.

DRAPER, M.; y HERCE J.A. (1994): “Infraestructuras y Crecimiento Económico”, *Revista de Economía Aplicada*, N° 6, vol.2, págs. 129-168.

GARCÍA-FONTES, W.; y SERRA DE LA FIGUERA, D. (1994): “Capital público, infraestructura y crecimiento”. Esteban, J.M. y Vives, X. (1994): *Crecimiento y Convergencia Regional en España y Europa*, vol. 2, págs. 451-477. Barcelona: Instituto de Análisis Económico-CSIC.

GIL, C.; PASCUAL, P.; y RAPÚN, M. (1997): “Evaluación del Impacto de las Infraestructuras en los Costes de las Regiones Españolas”, *Cuadernos Aragoneses de Economía*, vol. 7, Nº2, págs. 361-81.

GONZÁLEZ PÁRAMO, J.M. (1995): “Infraestructuras, productividad y bienestar”, *Investigaciones Económicas*, vol. XIX, 1, págs. 155-168.

HANSEN, N. (1965): “Unbalanced Growth and Regional Development”, *Western Economic Journal*, vol. 4.

HAUSMAN, J.A. (1978): “Specification Tests in Econometrics”, *Econometrica*, vol. 46, 6 (Nov. 1978),

HSIAO, C. (2003): “Analysis of panel data”, second edition. Cambridge University. Cambridge, UK

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE)

[Online] Disponible en: <http://www.ine.es/>

KLEVMARKEN, N.A. (1989): “Panel studies: what can we learn from them? Introduction”, *European Economic Review*, 33, págs. 523-529.

LABRA, R.; y TORRECILLAS, C. “Guía Cero para datos de panel. Un enfoque práctico”. Cátedra UAM-Accenture en Economía y Gestión de la Innovación.

[Online] Disponible en: <https://www.uam.es>

MAS, M.; MAUDOS, J.; PÉREZ, F.; y URIEL, E. (1993a): “Capital público y productividad de la economía española”, WP-EC 93-08, IVIE.

MAS, M.; MAUDOS, J.; PÉREZ, F.; y URIEL, E. (1993b): “Competitividad, productividad industrial y dotaciones de capital público”, *Papeles de Economía Española*, 56, págs. 144-160.

MAS, M.; MAUDOS, J.; PÉREZ, F.; y URIEL, E. (1994): “Capital público y productividad en las regiones españolas”, *Moneda y Crédito*, 198, págs. 163-192.

MAS, M.; MAUDOS, J.; PÉREZ, F.; y URIEL, E. (1996): “Infrastructures and Productivity in the Spanish Regions”, *Regional Studies*, vol. 30, 7, págs. 641-649.

MORENO, R.; y ARTÍS, M. (1996): “Threshold, Spatial and sectoral effects when analysing the role of public capital in Spanish regional development” Mimeo, Universitat de Barcelona.

MORENO, R.; LÓPEZ-BAZO, E.; y ARTÍS, M. (2002): “Public infrastructure and the performance of manufacturing industries: short and long-run effects”, *Regional Science and Urban Economics*, 32, págs. 97-121.

MUNNELL, A. (1990): “*How does public infrastructure affect regional economic performance?*” New England Economic Review, Federal Reserva Bank of Boston, September-October, págs. 11-32.

ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONOMICO (OCDE)

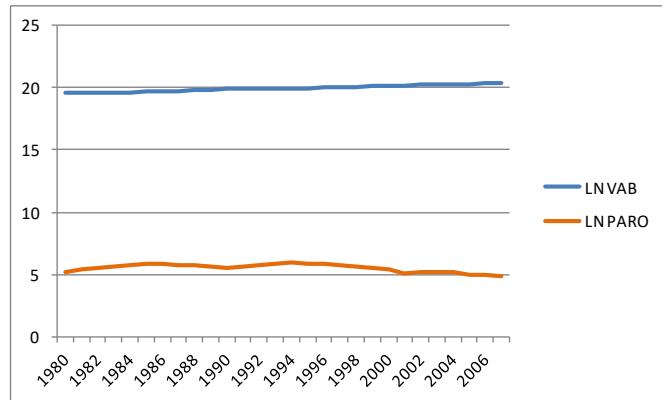
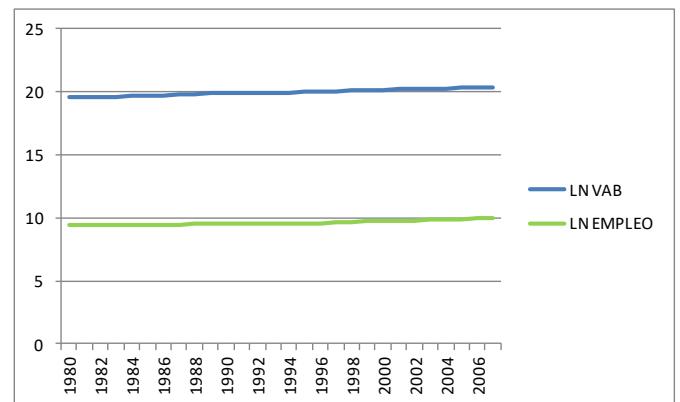
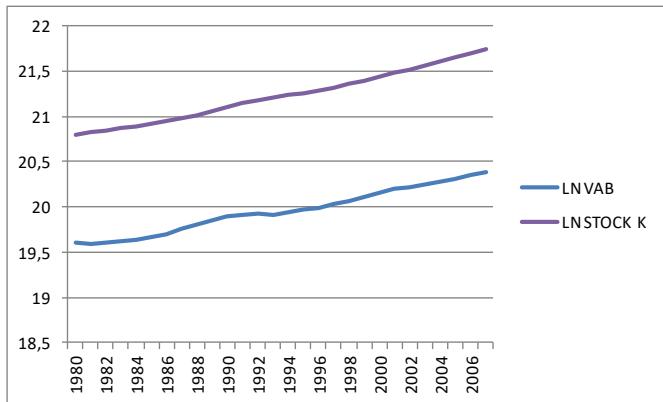
[Online] Disponible en: <http://www.oecd.org/>

PÉREZ, D.; y SANAÚ, J. “¿Es el capital público realmente productivo? Una aplicación a las Comunidades Autónomas”. *XXIX Reunión de Estudios Regionales*.

[Online] Disponible en: <http://www.aecr.org/>

## 9. ANEXOS

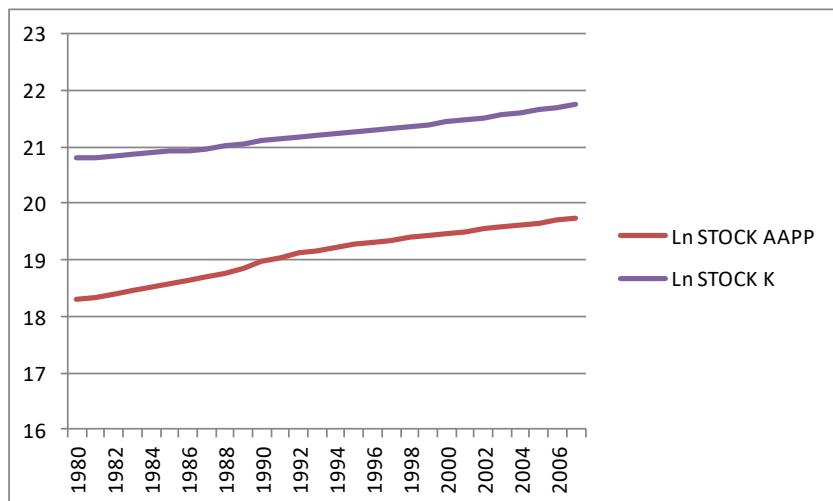
*Anexo I: Evolución real del stock de capital privado, el empleo y el desempleo. Comparativa con la evolución real del VAB.*



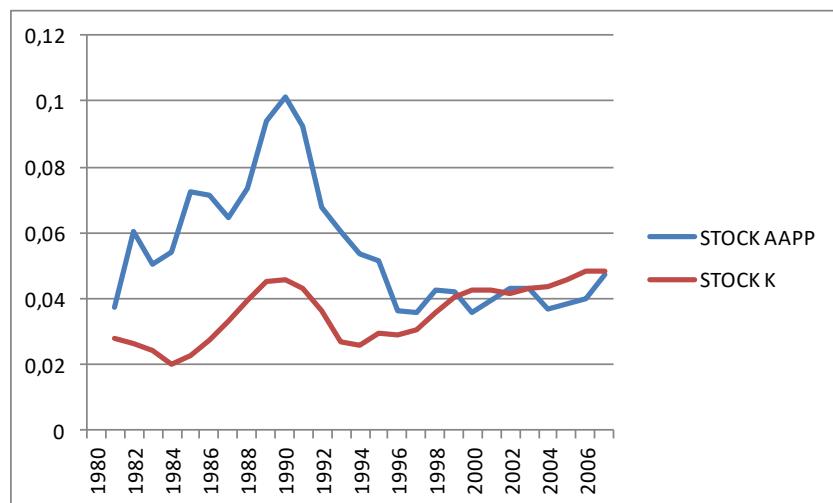
**Fuente:** elaboración propia con los datos de la BD.MORES

**Anexo 2: Comparativa entre el stock de capital privado y el público**

**Evolución real del stock de capital público y del privado en España (en logaritmos neperianos, ln)**



**Crecimiento anual del stock de capital público y del privado en España (en%)**



**Fuente:** elaboración propia con los datos de la BD.MORES