

## **Índice.**

- 1 – Introducción.
- 2 – Breve referencia a la literatura sobre el tema.
  - 2.1 – Literatura en general.
  - 2.2 – Referencias al caso español.
- 3 – El modelo analítico y los datos utilizados.
  - 3.1 – Efecto del capital público y las variables de la Teoría del Potencial de Desarrollo sobre la productividad regional.
  - 3.2 – Cálculo de los diferenciales regionales de productividad del capital público.
- 4 – La estimación econométrica del modelo.
  - 4.1 – Datos de panel.
    - 4.1.1 – Modelo de efectos fijos.
    - 4.1.2 – Modelo de efectos aleatorios.
  - 4.2 – El cálculo de los diferenciales de productividad.
- 5 – Resultados. El capital público como determinante de la productividad.
  - 5.1 – Validación de la Teoría del Potencial de Desarrollo Regional de Biehl (1986).
    - 5.1.1 – Infraestructuras.
    - 5.1.2 – Estructura Sectorial.
    - 5.1.3 – Aglomeración.
  - 5.2 – Efectos regionales de la influencia del capital público.
    - 5.2.1 – Diferencias regionales en la productividad.
- 6 – Conclusiones.
- 7 – Apéndice.
- 8 – Bibliografía.

## 1.- Introducción.

La importancia de la acumulación de capital como uno de los factores determinantes del proceso de crecimiento y desarrollo de las economías, sea un tema que ya trataron los economistas clásicos como Smith, Ricardo o el mismo Karl Marx.

Este ha sido un campo de análisis ampliamente estudiado, básicamente por sus importantes implicaciones que en política económica se pueden derivar, y por su aplicación práctica en la toma de decisiones que guían la economía.

Parte del papel del Estado ha sido proveer la estructura básica de la economía con lo que se ha denominado genéricamente capital público, termino que sirve para designar tanto las infraestructuras productivas: carreteras, transportes y comunicaciones, puertos, infraestructuras hidráulicas, redes eléctricas, etc., como aquel capital que puede ser considerado directamente no productivo: el dedicado a enseñanza y a sanidad.

La inclusión del capital público como una de las variables que pueden formar parte de la función de producción de una economía, ya fue postulada de forma teórica en la década de los 70. El argumento que apoya su inclusión es, a grandes rasgos, que aumenta la productividad de los factores productivos privados (capital privado y trabajo) y al mismo tiempo se complementa con el capital privado haciendo que este último obtenga una productividad marginal superior, incentivando la inversión privada, y por tanto, el desarrollo general de la economía.

Muchas han sido las aportaciones tanto teóricas como empíricas que han intentado validar dicha relación. Pero fueron los estudios de Aschauer (1989) los que iniciaron una serie de trabajos empíricos sobre el efecto del capital público sobre la productividad de la economía.

Las estimaciones llevadas a cabo por el autor norteamericano, así como muchos estudios posteriores que mejoraron y afinaron las primeras estimaciones econométricas de Aschauer, mostraron la existencia de un efecto positivo del capital público sobre la productividad de una economía.

Actualmente en nuestro país el debate a resurgido con mucha fuerza, dado que después de la época expansiva que sufrió la inversión pública a principios de los 90, se entró en una fuerte recesión que afectó negativamente a todos los sectores de la economía española; si a este escenario de crisis generalizada, le agregamos un recorte presupuestario aplicado en los últimos años para cumplir los criterios que requieren los acuerdos alcanzados en Maastrich, por formar parte de la Unión Monetaria Europea, nos encontramos que ha habido una caída muy acentuada de la inversión pública.

Delante la escasez de recursos a la que puede enfrentarse nuestra economía, podemos preguntarnos lo siguiente: ¿Ha de seguir invirtiendo el Estado en las grandes obras públicas de infraestructura?, ¿ha de dedicar el dinero a otros aspectos de la economía? Si se decide invertir el dinero público, ¿dónde es más productivo hacerlo?, o lo que es lo mismo, ¿hay diferenciales de productividad entre las regiones españolas?.

Por tanto, dos son los objetivos básicos de este trabajo. En primer lugar intenta verificar el efecto que tiene el capital público sobre el PIB regional. Dado que el capital público fue uno de los factores apuntados por Biehl (1986) como variable que puede afectar al potencial de desarrollo de una región, conjuntamente al análisis del efecto del capital público también se estudiarán los efectos de las otras variables de la Teoría del Potencial de Desarrollo Regional (TPDR) del autor alemán sobre la productividad de las regiones españolas. Para tal propósito se utiliza una función de producción neoclásica y se intenta estimar mediante la técnica econométrica de los datos de panel.

En segundo lugar se calculan los efectos diferenciales en la productividad de los factores productivos según en que región española se sitúen.

El primer punto responderá si tiene sentido que el Estado o la UE inviertan en las grandes estructuras públicas (tanto de carácter productivo como no productivo), y el segundo intentará averiguar dónde es más productivo el gasto que se realiza en concepto de capital público.

Para conseguir los dos objetivos señalados, el trabajo se estructura de la siguiente forma: en el segundo apartado se hace un breve resumen de la literatura más importante sobre el tema, tanto a nivel más general como para el caso español. En el apartado tres se especifica el modelo analítico a estimar, las variables incluidas en el modelo y los datos utilizados. A continuación se presenta el método econométrico utilizado para estimar nuestro modelo, en este caso se ha optado por la estimación a través de los datos de panel.

El punto cinco recoge los resultados de las estimaciones por lo que se refiere a los dos grandes objetivos del trabajo: por un lado la validación del efecto del capital público, tanto en su vertiente productiva como en su vertiente no productiva o social, así como el resto de las variables de la Teoría del Potencial de Desarrollo Regional de Biehl (1986). Por otra parte, se muestran los efectos diferenciales regionales de la influencia del capital público.

Finalmente, se destacan las conclusiones más relevantes a las que ha podido llegar este estudio.

## **2.- Breve referencia a la literatura sobre el tema.**

### **2.1.- La literatura en general.**

Es inevitable en un tema como el que trata este trabajo no revisar brevemente la extensa literatura que se ha escrito sobre el efecto que tiene el capital público sobre la productividad de la economía<sup>1</sup>.

La introducción del capital público como una variable significativa en la función de producción del sector privado, se remonta a las primeras aportaciones teóricas de Arrow y Kurz (1970) o Grossman y Lucas (1974).

Pero fueron las investigaciones de Aschauer (1989), en sus estudios sobre la caída de la productividad de la economía norteamericana, lo que vinculó definitivamente el capital público con la productividad de la economía. A pesar que sus estimaciones fueron posteriormente criticadas y ampliamente revisadas, Aschauer fue el primer autor que especificó una función de producción del tipo Cobb-Douglas con inputs privados (capital privado y trabajo) y capital público con el objetivo de modelizar y verificar como el capital público tiene un efecto positivo sobre la economía.

En la misma dirección se dirigieron los trabajos de Munnell (1990), los cuales reafirmaron las conclusiones a las que Aschauer había llegado<sup>2</sup>.

La ola de trabajos posteriores al conocido como “efecto Aschauer” se encaminaron a precisar más correctamente la relación que el autor había cifrado en una elasticidad del capital público sobre el producto del 39%, efectivamente demasiado elevada.

La principal línea de investigación se dirigió hacia la correcta estimación econométrica de un modelo que era muy sencillo (una función de producción), pero dado que se trabajaba con series temporales comportaba muchos problemas, especialmente a la hora de sacar conclusiones fiables de los parámetros estimados. Así se introdujo la técnica de los datos de panel además de otras modificaciones econométricas, cosa que permitió afinar cada vez más las estimaciones. Esto llevó a una reducción de la elasticidad que se estimaba para el capital público sobre el producto. En el Cuadro 1 del apéndice se resumen los principales resultados que se han obtenido en la estimación del efecto del capital público.

Entre los trabajos que siguieron y mejoraron la aportación de Aschauer vale la pena destacar los resultados de Holtz-Eakin (1992), García-Mila y McGuire (1992), y Evans y Karras (1994), los cuales utilizando datos de panel para una estimación desagregada en el ámbito regional obtuvieron unas elasticidades inferiores a las de Aschauer, hecho que sirvió para comprobar como el nivel de desagregación geográfica que se tenga en cuenta influye en la magnitud de las elasticidades estimadas.

---

<sup>1</sup> Para obtener una revisión de la mayor parte de la literatura sobre los efectos de las infraestructuras, ver Gramlich (1994) y De la Fuente (1996).

<sup>2</sup> Para un resumen de las principales conclusiones de los trabajos de Aschauer, ver Más et al. (1994).

Esta reducción del efecto del capital público a medida que utilizamos datos cada vez más desagregados se explicó por la existencia de los llamados “spillovers” que genera el hecho que la estructura de buena parte del capital público esté instalada en forma de red, conectando diversas regiones, viéndose las productividades de todas ellas interconectadas y produciéndose el hecho que la productividad de una región no sólo depende de la cantidad de capital público que posee, sino también de la cantidad de capital que disfruten las regiones que son limítrofes a ella<sup>3</sup>.

Quedaba claro que las mejoras econométricas y la desagregación de los datos del capital público hacía disminuir las elasticidades inicialmente estimadas. El trabajo de Eberts (1986), que estimaba el stock de capital público a nivel metropolitano, encontraba la variable capital público productiva significativa, pero con una elasticidad inferior a la del trabajo o a la del capital privado.

Muchos de los estudios que se han realizado seguían la metodología de Aschauer (1989) y Munnell (1990) donde se especificaba una función de producción Cobb-Douglas. A pesar de todas las ventajas que esta especificación pueda tener en el momento de ser estimada econométricamente, también ha sido criticada como veremos más adelante en este mismo trabajo. Destacaremos que también surgieron una serie de estudios que buscaban el efecto del capital público sobre la productividad pero mediante la “Teoría de la Dualidad”, la cual consiste en especificar funciones de costes o su equivalente, la función de beneficios, para que minimizando costes o maximizando beneficios se pueda obtener la demanda óptima de inputs fijos y variables. Entre los inputs fijos destaca el stock de capital público en infraestructuras<sup>4</sup>.

Los resultados obtenidos por esta vía alternativa de modelización demuestran como “ (...) en general, los resultados obtenidos indican que el capital público produce efectos positivos y significativos sobre la reducción de los costes de producción”<sup>5</sup>.

Recientemente se ha generado una serie de nueva literatura sobre el efecto que tiene el capital público sobre la economía. Los autores coinciden en la necesidad de un cierto nivel de provisión de capital público, para garantizar el buen funcionamiento de la economía. Donde hay resultados divergentes es en el efecto del capital público una vez se ha conseguido el nivel mínimo del que hablábamos.

Actualmente podemos encontrar dos grupos diferenciados de autores. Por un lado hay aquellos que no niegan que haya efecto entre los inputs que provee el sector público y el crecimiento, pero no encuentran evidencia empírica. Entre ellos vale la pena destacar Holtz-Eakin (1994), Crihfield y Panggabean (1995) y García-Mila et. al. (1996)<sup>6</sup>, los trabajos de los cuales no dan evidencia clara de una relación entre las variables citadas.

---

<sup>3</sup> Una estimación del efecto del capital público sobre la productividad teniendo en cuenta los efectos desbordamiento, se puede encontrar para el caso español en Más et al. (1994).

<sup>4</sup> Para una revisión de la literatura sobre la Teoría de la Dualidad ver Gil, Pascual y Rapún (1998).

<sup>5</sup> Gil, Pascual y Rapún (1998).

<sup>6</sup> En una revisión de sus trabajos anteriores.

Por otro lado, autores como Martin y Rogers (1995) y Holtz-Eakin y Lovely (1996), encuentran como el efecto del capital público es positivo pero apuntan la posibilidad que actúe a través de mecanismos más indirectos<sup>7</sup>.

Paralelamente a la extensa literatura que existe sobre el tema del capital público, se dieron una serie de estudios encaminados a determinar cómo esta variable (entre otras) afectaba el desarrollo de las regiones.

Los primeros estudios se remontan a un nivel teórico, entre los cuales destacan las aportaciones de Hansen (1965)<sup>8</sup>.

Pero fueron los trabajos de Dieter Biehl (1980 y 1986) los que dieron un impulso definitivo a los estudios sobre el desarrollo regional. El autor alemán estudió el efecto que sobre el potencial de desarrollo de una región tienen ciertas variables económicas. Entre ellas consideraba la dotación de capital público que pueda disfrutar, así como otras variables que pueden tener relevancia al determinar la riqueza de una región.

Así surgió la Teoría del Potencial de Desarrollo Regional de Biehl, la cual ligaba dos aspectos fundamentales que interesan en este trabajo: por un lado definía el capital público como uno de los factores determinantes de la productividad de una economía, por otro lado daba importancia al nivel regional como al adecuado para verificar los efectos de las inversiones en capital público.

## **2.1.- Referencias al caso español.**

A pesar de la escasez inicial de datos sobre el stock de capital, su distribución territorial y su composición, se realizaron estudios académicos que se centraron en calcular la evolución del stock de capital en infraestructuras y estimaron su productividad a nivel agregado.

Fueron los cálculos realizados por el IVIE (1993) de las series del stock de capital público y privado desagregados a nivel regional, el punto de partida de una serie de trabajos muy importantes para determinar si en el caso español se produce un efecto del capital público sobre la productividad tal y como hasta entonces (con más o menos matices) se había verificado para otras economías.

Cabe destacar los trabajos de Más et. al. (1994) en el que a través de la estimación de una función de producción agregada del tipo Cobb-Douglas, y con un modelo econométrico de datos de panel para el período 1980-1989, encontraron como el capital público productivo efectivamente afecta la productividad de las regiones españolas, con una elasticidad estimada del 22%. Al mismo tiempo su estudio encontraba como estadísticamente no significativo el efecto del capital público no productivo. El trabajo analiza la posibilidad de efectos desbordamiento en el efecto del capital público sobre el producto regional, para verificar este

---

<sup>7</sup> Para una explicación más detallada de la literatura más reciente ver Moreno et al. (1997).

<sup>8</sup> Para un resumen de la literatura tanto teórica como empírica del desarrollo regional y el capital público ver Silva et al. (1987).

punto se calcula una función de producción por regiones pero teniendo en cuenta el capital de las regiones adyacentes. Los resultados refuerzan el papel del capital público productivo (elasticidad aproximada del 30%), y dan cierta evidencia de que sí se producen efectos “spillover”, es decir, existen externalidades entre las diversas regiones que comparten parte de su red de capital público instalado.

Otro autor que ha tratado el tema del capital público ha sido Ángel De la Fuente (1994 y 1996), especialmente su efecto sobre el crecimiento de la economía española y en comparación con las economías europeas que nos rodean. Uno de los aspectos sobre los que se ha centrado han sido las inversiones en capital no productivo o social, especialmente el destinado a educación: cómo afecta la inversión en educación al crecimiento de la economía y cómo esta inversión más la realizada en infraestructuras pueden ser utilizadas como instrumentos de política regional dado que afectan el producto regional de forma significativa.

Entre las aportaciones más recientes y significativas destaca el trabajo de Moreno et. al. (1997), el cual busca evidencia de la relación del capital público con la productividad y el crecimiento regional. El trabajo propone eliminar la rigidez de la función Cobb-Douglas con el método de la expansión de variables. Las nuevas estimaciones con el método por ellos propuesto nos indican como no se encuentra un efecto directo del capital público sobre el crecimiento de la economía española. Así pues este trabajo se enmarca en la corriente de estudios que rechazan un efecto “directo” del capital público y destacan como en este tipo de análisis existen una serie de problemas econométricos que pueden invalidar resultados previos. En dicho trabajo se observa como existe lo que llaman un “complex link” entre infraestructuras y crecimiento regional.

Entre los autores que han estudiado el efecto del capital público y la optimalidad de las inversiones que realiza el Estado en este concepto destaca Xavier Sala-i-Martin (1997), el cual analiza el capital público desde la perspectiva de su eficiencia, encontrando que hay regiones en España donde el capital público es más productivo y por tanto parece óptimo invertir en ellas.

Finalmente, señalaremos que el capital público está presente en muchos trabajos que se han lleva a cabo en los últimos años en España, no sólo por el hecho que es un tema importante y de actualidad económica, sino también ha habido un creciente interés por observar el desarrollo de la economía española dentro del contexto de la Unión Europea y ver como evolucionan los principales agregados económicos, tanto del país como de sus regiones, en un entorno de integración con otras economías muy diferentes, y en muchos casos más desarrolladas que la nuestra.

### 3. – El modelo analítico y los datos utilizados.

#### 3.1. – Efecto del capital público y las variables de la Teoría del Potencial de Desarrollo Regional sobre la productividad regional<sup>9</sup>.

La idea principal que sostiene todo el trabajo es que no sólo el capital privado y el trabajo son los recursos que determinan el output y la riqueza de una economía. Hay una serie de recursos con características de bien público que también pueden influir en el proceso productivo.

Dieter Biehl definió la idea básica de la TPDR como el hecho que es la dotación de “recursos públicos” lo que determina el crecimiento potencial de una economía. Riqueza potencial, productividad potencial y trabajo potencial vienen determinados no sólo por la dotación de inputs privados que posea una región, sino también por la dotación regional de aquellos inputs que tienen un alto grado de bien público.

La denominación de “potencial” viene dada por la combinación óptima de inputs públicos y privados, lo que determinará el output de la región, así la combinación es óptima si la productividad potencial es idéntica a la productividad real.

Como el efecto del trabajo y el capital privado sobre la productividad es ampliamente conocido y estudiado, se trata de ver si los inputs con un alto carácter de bien público afectan o no la productividad de las regiones, es decir, verificar si se cumple la TPDR, y estimar los efectos diferenciales de la variable más importante de nuestro modelo: el capital público.

Los recursos que tienen un fuerte carácter de bien público y pueden determinar el crecimiento de una región son:

- La **dotación en infraestructuras** o **capital público**<sup>10</sup>, el cual se puede dividir en capital público productivo: redes de transporte, comunicaciones, energía, abastecimiento de agua, etc., y capital público no productivo o social: básicamente sanidad y educación. Este es el factor en el que se centrará el trabajo, ya que es aquel en el cual se han dedicado más esfuerzos en su validación como determinante de la productividad de una economía.

Pero Biehl especificó otros determinantes de la productividad regional:

---

<sup>9</sup> Este primer apartado se podía haber tratado de forma separada. Primero, el efecto del capital público como ya han hecho otros trabajos citados en el apartado 2, y después las variables de la Teoría del Potencial de Desarrollo Regional (TPDR) de Dieter Biehl. Dado que una de las variables que el autor alemán definió dentro la TPDR es el capital público, el análisis se realizará conjuntamente con todas las variables que afectan la productividad regional, pero teniendo en cuenta que para este trabajo la variable más importante es el capital público.

<sup>10</sup> Entendiéndose por infraestructura los servicios considerados como esenciales en la creación de una economía moderna: transportes, energía, educación, servicios sanitarios, vivienda, etc. También se denomina capital “público” fijo.



- La **aglomeración** que se da en una región. Es decir, la concentración espacial de la población y de las actividades económicas. El grado de concentración de las estructuras productivas puede implicar economías de escala que incrementen la productividad y reduzcan el coste. Es fácil ver como si en una región las actividades que se llevan a cabo se sitúan unas cercanas a las otras y al mismo tiempo son complementarias, es mucho mejor para la productividad que no en aquella región que posee la mano de obra y el capital dispersos, cosa que puede provocar un incremento de toda clase de costes (transporte, transacción, coordinación, etc.) para las empresas residentes.
- La **Estructura Sectorial** de que se componga una región, o lo que es lo mismo, la relación que se pueda dar entre los tres sectores principales de una economía: agricultura, industria y servicios. Es evidente que aquellas regiones con una estructura sectorial basada en la agricultura no tendrán la misma productividad que las regiones con una estructura basada en la industria o los servicios.
- La **Localización Geográfica** de una región. Queda claro que si una región se sitúa en la periferia respecto al centro económico del país, le puede comportar tener unos costes superiores en transporte o comunicaciones (entre otros) y no disfrutar de las ventajas que se dan en las zonas donde se localiza el centro económico o productivo.

Estos son los factores que Biehl consideró como “factores potenciales” de una economía regional. De los cuatro factores enumerados anteriormente, tres son de carácter exógeno, es decir, que a la región le viene dado la “dotación” de aquel factor. Así queda claro como es totalmente exógena la localización geográfica de una región. Por lo que respecta a la estructura sectorial y a la aglomeración se puede considerar que un gobierno puede influir con sus decisiones sobre estas variables a largo plazo (favoreciendo movimientos de la población o cambios sectoriales), pero muchas veces los condicionantes naturales como el clima, la dotación de recursos naturales, la orografía, la cultura, etc., condicionan que una región tenga una economía basada más en la agricultura o en la industria, que la población se concentre en ciertas áreas geográficas. Por tanto los factores de estructura sectorial y aglomeración pueden venir condicionados exógenamente.

No obstante, la dotación de capital público no viene dada exógenamente, las regiones no tienen capital público de forma natural, sino que son las decisiones de los gobernantes las que hacen que una región determinada tenga más o menos capital público. Por eso esta es la variable que tiene más sentido estudiar, porque es la variable que se puede modificar de forma más clara y con resultados más notorios para las economías regionales.

A pesar de estas diferencias los cuatro factores se caracterizan por un alto grado de “publicness”, es decir, por compartir las siguientes características de bien público:

- **Inmovilidad.** Estos factores se ven limitados a una región concreta. Cada región tendrá, en función de sus características intrínsecas, una cierta cantidad de los cuatro factores. Los factores privados son totalmente móviles (por definición), pero las infraestructuras no pueden ser movidas de una región a otra sin incurrir en unos costes prohibitivos, cosa que lo hace un factor inmóvil de la región. Con los otros tres factores, es aun más claro que no pueden ser trasladados entre regiones, sino que cada una disfruta de un cierto grado de aglomeración, una cierta estructura sectorial y se sitúa en un lugar determinado.
- **Indivisibilidad.** Un factor con un alto grado de indivisibilidad tiene una gran capacidad que puede ser utilizada con diferentes intensidades, pero para obtener una unidad del servicio se ha tenido que crear antes toda la capacidad. La idea se ve clara si pensamos en una carretera, la cual para que funcione y dé servicio (a la intensidad que sea), antes ha debido ser construida en su totalidad. De esta característica se deriva que el riesgo de la inversión resulte muy alto para ser asumido por un inversor privado y haya de ser el sector público quien mayoritariamente provea los factores que disfrutan de esta característica
- **Insustituibilidad.** Si no se dispone de un recurso concreto, no es posible cambiarlo a bajo coste por otro, ni por un factor privado de producción.
- **Polivalencia.** Se dice que un factor es polivalente cuando puede servir como input en un gran número de procesos de producción. Los cuatro factores enumerados tienen la característica de servir al capital privado y trabajo de la región en que se sitúan. La red de carreteras públicas o el nivel de aglomeración de la mano de obra de que pueda disfrutar una región servirá por un igual a todas las empresas de aquella región.

Cuando un factor productivo cumple las cuatro características anteriores decimos que tiene un carácter de “bien público total”. Cabe destacar que los bienes privados disfrutan de las características opuestas<sup>11</sup>.

El capital público cumple las cuatro características mencionadas y por tanto es difícil que sea provisto por el sector privado. Ha de ser el sector público quien asuma los riesgos y invierta en aquellos factores productivos que cumplen las características de bien público, es por eso que le resultaría muy útil saber si las inversiones que realiza en infraestructuras afectan positivamente el producto regional y, al mismo tiempo, estimar en que medida lo hacen. Este es pues uno de los objetivos principales del estudio.

---

<sup>11</sup> Un factor productivo privado es plenamente móvil, divisible, sustituible y monovalente.

El trabajo se centra en las 17 Comunidades Autónomas que configuran el Estado español, es decir, utiliza datos de las variables desagregados a nivel regional para los años comprendidos entre 1972 y 1991.

El análisis a nivel regional puede ser apropiado porque muchas de las dotaciones en infraestructuras están relacionadas al territorio<sup>12</sup>. Adicionalmente, el uso de datos regionales permite enriquecer la muestra, aspecto muy útil cuando nos enfrentamos a estimaciones econométricas.

A continuación se expondrá el modelo analítico utilizado, por lo que hace referencia al primer objetivo del trabajo.

El proceso de validación de las variables que son significativas en la TPDR se ha llevado a cabo con cierto orden. Primero, se ha buscado la estimación más recurrente en la literatura sobre el tema, que es aquella que incluye la dotación de capital público dentro la función de producción, para ver si los resultados que se obtienen se aproximan a los obtenidos por otros autores. Posteriormente, y siguiendo la misma metodología, se han ido introduciendo el resto de factores que Biehl enumeró, para contrastar su efecto sobre la productividad regional.

La evaluación del impacto del capital público sobre la economía de las regiones españolas se ha llevado a cabo a través de la especificación de una función de producción que relaciona una medida de output agregado con una serie de inputs tanto de carácter privado como público.

La relación que se analiza es una función de producción regional de largo plazo. Para tal objetivo se utiliza una función de producción Cobb-Douglas la cual relaciona el output (Y) con los inputs privados: capital privado (K) y trabajo (L), y con los inputs públicos: capital público (KPUB). Así pues, la primera expresión toma la siguiente forma:

$$Y_{it} = A_i \cdot K_{it}^a \cdot L_{it}^b \cdot KPUB_{it}^g \quad (1)$$

donde  $A_i$  es una medida del progreso tecnológico exógeno y los índices  $i$  y  $t$  representan las diversas regiones en cada momento del tiempo respectivamente.

La función de producción Cobb-Douglas ha sido ampliamente utilizada en la literatura sobre los temas de capital público. Des de su inclusión por parte de Aschauer (1989), han sido numerosos los trabajos que la han estimado econométricamente, y es esta una de las razones que nos inclina a utilizar esta especificación en el trabajo.

A pesar de todo, la especificación funcional Cobb-Douglas no ha estado exenta de críticas por tener ciertos inconvenientes. Por ejemplo, es una forma funcional restrictiva y no permite introducir relaciones de sustituibilidad y complementariedad entre los inputs<sup>13</sup>.

La función de producción Cobb-Douglas también tiene una serie de ventajas para el análisis y la interpretación de los resultados obtenidos. Los coeficientes que acompañan las

<sup>12</sup> Gil Canaleta et al. (1998).

<sup>13</sup> Para una buena revisión de la especificación Cobb-Douglas y de la estimación con el llamado método de la expansión de variables, ver Moreno et al. (1997).

variables ( $\mathbf{a}, \mathbf{b}$  i  $\mathbf{g}$ ), pueden ser estimados y interpretados como el efecto de cada input sobre el output total regional, dado que al ser la especificación Cobb-Douglas una función multiplicativa con exponentes se puede linealizar con la simple aplicación de logaritmos, cosa que deja una ecuación para ser estimada linealmente.

Así la ecuación (1) se transforma en:

$$\ln Y_{it} = \ln A_i + \mathbf{a} \ln K_{it} + \mathbf{b} \ln L_{it} + \mathbf{g} \ln KPUB_{it} \quad (2)$$

Los coeficientes que acompañan las variables del modelo y que indican el efecto que cada variable tiene sobre la que hemos llamado  $Y_{it}$  (variable independiente), son también elasticidades, ya que indican la sensibilidad de la productividad de la región ( $Y_{it}$ ) a un cambio en las variables incluidas en el modelo.

Lo que nos interesará será confirmar que las elasticidades son significativamente diferentes de cero, esperando un signo positivo para las variables de nuestro modelo. Eso indicará que efectivamente hay efecto de los inputs privados y públicos sobre la productividad regional. La magnitud de las elasticidades estimadas también resultará importante, para intentar averiguar si los efectos son más o menos importantes.

En nuestro caso el parámetro más importante es  $\mathbf{g}$ , que nos dirá cual es el efecto del capital público sobre la productividad de las regiones españolas.

Otra de las ventajas que presenta nuestra especificación, es que los exponentes de una función Cobb-Douglas, es decir, las elasticidades estimadas, nos dan mucha más información. En concreto, la suma de todos los exponentes de la función de producción (1) nos indica el tipo de rendimientos a escala que se dan en aquella economía. Si la suma de exponentes es superior a 1 nos indica que hay rendimientos crecientes a escala.

Nos interesa postular a priori como esperamos que sean los rendimientos a escala que encontraremos para cada input incluido en la función de producción básica (1).

Para los inputs privados, capital privado y trabajo, se supone que a nivel agregado (como es nuestra función de producción) tienen rendimientos constantes a escala, por el hecho que la función de producción de una economía no es más que la agregación de todas las empresas privadas, para las cuales la teoría económica nos dice que tienen rendimientos constantes o decrecientes. Si los tuviesen crecientes las empresas individuales no encontrarían un punto óptimo de producción, ya que los beneficios siempre crecerían con la producción y siempre se querría producir más y más. Como esta situación normalmente no se da, se toma la situación más real donde los rendimientos son constantes a escala para los inputs privados, así si doblamos todos los factores de producción privados, entonces la producción también se doblaría<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> Más et al. (1994) encuentran rendimientos constantes para los inputs privados en la economía española.

A pesar de este razonamiento, la agregación de todas las funciones de producción individual a nivel regional puede llevar a que la proximidad entre empresas haga surgir economías de aglomeración o congestión, con el que puede suceder que las elasticidades de los inputs privados a nivel regional pueda diferir (ser más grande o más pequeña) de las elasticidades de los mismos inputs privados de las empresas individualmente consideradas<sup>15</sup>.

Pero a pesar de esta última observación, esperamos contrastar la hipótesis de rendimientos constantes para los factores de producción privados (K y L).

Para intuir como pueden ser los rendimientos del capital público, podemos modificar la ecuación inicial (1) y agrupar los inputs privados, capital y trabajo, en una nueva variable que llamaremos KPRIV, así la ecuación quedaría de la siguiente manera:

$$Y_{it} = A_i \cdot KPRIV_{it}^a \cdot KPUB_{it}^b \quad (3)$$

Si ahora miramos cual es el producto marginal del capital público (PMagKPUB)<sup>16</sup>:

$$\frac{\partial Y_{it}}{\partial KPUB_{it}} = b \cdot A_i \cdot KPRIV_{it}^a \cdot KPUB_{it}^{b-1}$$

O lo que es lo mismo:

$$PMagKPUB_{it} = A_i^* \cdot \frac{KPRIV_{it}^a}{KPUB_{it}^{1-b}} \quad (4)$$

Donde  $A_i^*$  es  $b \cdot A_i$ .

Como puede observarse, la eficiencia marginal del capital público es una función creciente del capital privado y decreciente del capital público. Según Sala-i-Martín: “la razón por la cual la eficiencia del capital público depende positivamente del capital privado es que el capital público y el privado son complementarios. La razón por la cual depende negativamente del propio capital público es que hay rendimientos decrecientes del capital público: cuanto más capital público tiene una economía, menos producción genera una unidad adicional de capital público y, por tanto, menor es la tasa de rendimiento de este tipo de capital”<sup>17</sup>.

Así pues, quedan definidos como esperamos que sean los rendimientos de los diferentes inputs de nuestra función de producción inicial (1).

Recordemos que para los inputs privados esperamos que los exponentes sumen 1<sup>18</sup> (rendimientos constantes a escala). Por lo que respecta al capital público, su exponente ( $g$ ) será menor a 1 (rendimientos decrecientes), y capital público e inputs privados conjuntamente, y

<sup>15</sup> García-Mila y McGuire (1992).

<sup>16</sup> Que no es más que la derivada parcial del producto respecto el capital público.

<sup>17</sup> Sala-i-Martín (1997, pag 138).

<sup>18</sup> O posiblemente poco más que 1 si consideramos la posibilidad de economías de aglomeración o congestión, tal y com las definen García-Mila y McGuire (1992).

dado su complementariedad, esperaremos que la suma de todos los exponentes sea superior a 1<sup>19</sup>.

Una vez definido el tipo de función utilizada y explicadas sus principales características: las elasticidades y los rendimientos a escala de las variables, el siguiente paso es definir más concretamente las variables que se incluirán en la función de producción para verificar el efecto del capital público sobre la productividad regional en primer lugar, y después el resto de variables de la TPDR de Biehl, así como explicar que datos se han utilizado en cada caso para construir cada una de las variables.

La construcción de las series temporales para cada una de las variables que a continuación se presentaran, ha sido realizada a partir de dos fuentes fundamentales, dado que el período de tiempo escogido es muy amplio y no existe una única fuente estadística que recoja todas los datos que se necesitan para este trabajo. Estas dos fuentes son, por una parte la Contabilidad Regional del INE y por otra la “Renta Nacional de España y su distribución provincial” del BBV.

Las series de capital público y privado se han obtenido de “El stock de capital en la economía española” de la Fundación-BBV (1993).

Las primeras variables a contrastar en nuestro modelo son las siguientes:

- La variable dependiente es la productividad de la región  $i$  en el momento  $t$ , se aproxima con el PIB a coste de los factores de cada una de las regiones españolas. Esta es una medida de la producción agregada de cada región a precios constantes (pesetas de 1990).
- $L_t$  es el trabajo agregado del sector privado (número de trabajadores).
- $K_{it}$  representa el stock de capital privado productivo a precios constantes (pesetas de 1990).

Para el capital público se ha optado por analizar separadamente el efecto que tiene sobre la productividad de las regiones el llamado capital público productivo (KPUBPR) y el capital público no productivo o social (KPUBNPR)<sup>20</sup>.

- Llamaremos  $KPUBPR_{it}$  al stock de capital público que se considera que participa directamente en el proceso productivo (a precios constantes de 1990). Este incluye infraestructuras como carreteras, puertos, obras hidráulicas, estructuras urbanas y de corporaciones locales, etc. Es precisamente el efecto de esta variable el que más nos interesar verificar y, por tanto, encontrar su elasticidad respecto el producto regional.

---

<sup>19</sup> Silva Costa et al. (1987) también pusieron de relieve como el capital público exhibía rendimientos decrecientes y el capital público y los inputs privados eran complementaris entre sí (rendimientos crecientes).

<sup>20</sup> Para consultar el cálculo y realización de las series de capital público ver Más et al. (1994) o Fundación-BBV (1993).

- La segunda tipificación es  $KPUBNPR_{it}$  que es el stock de capital público no productivo o social a precios constantes (pesetas 1990). El tipo de capital público que se incluye en esta variable es básicamente las infraestructuras educativas y sanitarias que el Estado construye. En la construcción de esta variable se ha seguido la estandarización que hacen Moreno et al. (1997) consistente en dividir el stock de capital público no productivo entre la población de la región, así obtendremos una variable de infraestructura social por persona en cada región. Esta estandarización permite captar mejor el impacto del capital público social.

El argumento que se puede aducir para la introducción en la estimación del capital público social, es que la educación, por ejemplo, puede afectar las posibilidades de producción de una economía de diversas formas. Primero de todo la educación incrementa la productividad del trabajo, ya que si una región tiene buenas escuelas y universidades, puede educar su población de forma que adquiera los conocimientos suficientes para que lleven a cabo de forma eficiente todo tipo de tareas, y no tan solo eso, sino que una región con buenas estructuras educativas puede atraer a trabajadores especializados y de “buena calidad”, creándose una atmósfera de trabajo de calidad en la región<sup>21</sup>. Recordemos que en muchos casos es en las universidades y en las instituciones de investigación donde se llevan a cabo los estudios que permiten avanzar las economías, por ejemplo, encontrando innovaciones científicas aplicables a las empresas privadas para mejorar su productividad.

Argumentos parecidos pueden encontrarse para el caso de las infraestructuras sanitarias, las cuales pueden ayudar a tener una población en un buen estado de salud, cosa que mejora la productividad del trabajo (reducción de los días de baja laboral, la mortalidad laboral, etc.).

Esta diferenciación entre capital público productivo y social se ha tenido en cuenta muchos trabajos<sup>22</sup>. El interés es verificar las elasticidades de ambos tipos de capital sobre el producto de forma individual.

Las variables referentes al capital público han sido construidas sin tener en cuenta ninguna variable de calidad del servicio público prestado por el capital. Estas características podrían tenerse en cuenta, pero la complejidad de valorar la calidad del capital público en las diversas regiones españolas hace imposible su estimación.

Después de haber definido las variables más importantes de nuestro estudio, ha quedado establecido el primer escenario a estimar econométricamente, y quizá el más importante:

$$Y_{it} = A_i \cdot K_{it}^a \cdot L_{it}^b \cdot KPUBPR_{it}^{g_1} \cdot KPUBNPR_{it}^{g_2} \quad (5)$$

o si linealizamos la expresión anterior con logaritmos, tenemos:

<sup>21</sup> García-Mila y McGuire (1992).

<sup>22</sup> Entre otros Aschauer (1989), Munnell (1990), García-Mila y McGuire (1992), Más et al. (1994), Moreno et al. (1997), etc.

$$\ln Y_{it} = \ln A_t + a \ln K_{it} + b \ln L_{it} + g_1 \ln KPUBPR_{it} + g_2 \ln KPUBNPR_{it} \quad (6)$$

El parámetro  $A_t$ , que en las funciones de producción neoclásicas corresponden al nivel tecnológico o de capital humano de la economía que se analiza, no se tiene explícitamente en cuenta dado la falta de datos que hay sobre esta variable para las regiones españolas<sup>23</sup>.

En nuestro caso y siguiendo a García-Mila y McGuire (1992) tomaremos  $A_t$  como la constante del modelo, la cual podrá tomar diferentes valores para las diversas regiones españolas (en los llamados efectos fijos), recogiendo los efectos diferenciales de cada una de ellas, tanto de carácter transversal como temporal. Entre estos efectos diferenciales consideramos que se encuentran incluidos el nivel de capital humano de la región o su tecnología.

La ecuación (6) será la primera estimación que se llevará a cabo y la fundamental del trabajo. Al mismo tiempo es la validación de una de las variables de la TPDR de Biehl. Los resultados serán presentados en la sección cinco de este trabajo.

Como ya se ha explicado anteriormente habrán otras variables que se irán incluyendo al modelo básico (5) y se estimarán para validar su efecto sobre la productividad regional.

Las variables que a continuación se presentan intentan recoger el efecto de los factores potenciales que afectan el desarrollo regional.

#### A) Aglomeración

Para ver si el factor aglomeración que se pueda dar en una economía afecta o no a su productividad se introducirán las siguientes variables a nuestro modelo básico:

- $POPSPACE_{it}$ : número de personas por kilómetro cuadrado que tiene la región  $i$  en el momento  $t$  (densidad de población).
- $EMTOSPACE_{it}$ : número de trabajadores por kilómetro cuadrado (densidad total del trabajo).
- $EMISSPACE_{it}$ : densidad del trabajo en la industria y en los servicios respecto la superficie de la región.

Como se puede ver todas son variables relacionadas con el espacio y indican que grado de aglomeración tiene cada región en cada momento del tiempo.

---

<sup>23</sup> Más et al.(1994) define el parámetro  $A_t = A_0 \cdot e^{g_t}$ , donde  $g_t$  es una tasa de crecimiento del progreso tecnológico de carácter exógeno.



B) Estructura sectorial

- $GVAISGVA_{it}$  : porcentaje del Valor Añadido Bruto de la industria y de los servicios respecto el VAB total de aquella región  $i$  en el momento  $t$ .
- $EMISPOP_{it}$ : trabajo empleado en la industria y servicios respecto el total de la población de la región.
- $EMISEMTOT_{it}$  : trabajo empleado en la industria y en los servicios respecto el total del trabajo empleado a la región.

Estas variables de estructura sectorial quieren recoger el peso del sector secundario y terciario en las economías regionales españolas, para intentar comprobar si las regiones que disfrutaban de estructuras productivas basadas en los sectores secundario y terciario son más productivas.

C) Localización geográfica

Este factor no ha sido incluido en la estimación del modelo que quiere verificar la TPDR. La razón principal ha sido la dificultad de construir la serie para el caso de las regiones españolas por un período de 20 años que empieza el 1971. La variable se construye con la suma de distancias de una región a las otras teniendo en cuenta propiedades geodésicas.

Hay muchas combinaciones posibles con todas las variables que hemos definido, y por tanto hay muchos funciones de producción a estimar, uno de los modelos será:

$$Y_{it} = A_i \cdot K_{it}^a \cdot L_{it}^b \cdot KPUBPR_{it}^{g_1} \cdot KPUBNPR_{it}^{g_2} \cdot POPSPACE_{it}^{d_1} \cdot GVAISGVA_{it}^{d_2} \quad (7)$$

o en su forma logarítmica:

$$\ln Y_{it} = \ln A_i + a \ln K_{it} + b \ln L_{it} + g_1 \ln KPUBPR_{it} + g_2 \ln KPUBNPR_{it} + d_1 \ln POPSPACE_{it} + d_2 \ln GVAISGVA_{it} \quad (8)$$

Lo que nos interesará verificar en este caso son los exponentes  $d_1$  i  $d_2$  que acompañan las variables de aglomeración y estructura sectorial. Para tal efecto, se estimará el modelo (5) buscando valores de los parámetros que sean coherentes con nuestro modelo, una vez alcanzado este primer objetivo se introducirán las variables de aglomeración y estructura sectorial y se estimara que efecto tienen sobre el producto regional, interpretando el signo y la significatividad de la variable, más que su valor absoluto.

### 3.2.– Cálculo de los diferenciales de productividad del capital público entre las regiones españolas.

Una vez expuesto el modelo básico a estimar, queda por explicar una de las utilidades que se puede derivar de la estimación de una función de producción regional con capital público.

La primera parte nos servirá para ver que impacto tiene el capital público, tanto productivo como social, sobre la productividad de las regiones y ver si en general es positivo para una economía utilizar parte de sus recursos públicos en inversiones en infraestructuras, y cuales de estas son más productivas para la sociedad.

Pero llegados a este punto, resulta muy interesante responder una serie de preguntas como: ¿dónde es el capital público más productivo?, ¿hay diferenciales de productividad entre las regiones españolas?, y si es así, ¿en qué regiones el capital público da un rendimiento más elevado?.

La idea básica es contrastar la teoría defendida por Sala-i-Martin (1997) sobre la idoneidad de dirigir la mayor parte de las inversiones públicas a las regiones más pobres de un país. El autor apunta su: “(...) tanto los argumentos teóricos como la evidencia empírica cuestionan el éxito de estos programas en el sentido que no es cierto que promuevan la igualdad interregional”<sup>24</sup>. En su trabajo acaba demostrando, tanto teórica como empíricamente, como la mejor estrategia para conseguir que una región pobre crezca a largo plazo es invertir en la región más productiva y transferir una fracción constante de los recursos generados por la inversión pública hacia la región pobre.

Las políticas que tienen como objetivo invertir en las regiones pobres para que se desarrollen y converjan con las más ricas parecen no tener el efecto deseado, pues como el autor comprueba, empíricamente no ha habido convergencia entre las regiones españolas desde la entrada de España en la UE. Con relación a este punto Sala-i-Martin(1997) afirma: “(...)desde la creación de los fondos estructurales, las economías regionales europeas han dejado de converger y han pasado a divergir. (...) el proceso de convergencia se ha parado justo a principios de los años 80, y la llegada de las ayudas europeas no ha hecho “nada” por restablecer el proceso de convergencia (a pesar de que estas ayudas iban claramente dirigidas a las regiones más pobres de España, estas no han convergido hacia las economías más ricas)”<sup>25</sup>.

La política de inversiones públicas se ha centrado en regiones donde había descompensación del capital. La descompensación del capital nos indica que si en una región hay instalado una cantidad de capital público demasiado grande relativa al capital privado, entonces la tasa de crecimiento de esta economía se espera que sea pequeña. Si se continua

---

<sup>24</sup> Ver Sala-i-Martin (1997) pag. 123.

<sup>25</sup> Ver Sala-i-Martin (1997) pag.134.

invirtiendo en aquellas regiones con descompensación (relación capital público-capital privado alta), las tasas de crecimiento ya de por sí pequeñas se reducirán aun más.

Si nos centramos en las inversiones públicas, parece claro que será mejor invertir en las regiones con un diferencial de productividad del capital público superior, para obtener más rendimiento del dinero público, con el cual se pueda seguir invirtiendo o haciendo transferencias de cantidades superiores a las regiones menos favorecidas, cantidades que seguro serán superiores a las que estas regiones obtendrían si la inversión pública hubiese sido realizada directamente en la región poco productiva.

Si consideramos esta “teoría” correcta, queda por definir cuales son aquellas regiones donde la productividad del capital es alta y por tanto parece más aconsejable invertir. Para Sala-i-Martin(1997) la tasa de crecimiento de la economía dependerá de la relación entre el dos tipo de capital: capital público (KPUB) y capital privado (KPRIV).

Como más pequeño sea  $\frac{KPUB_i}{KPRIV_i}$ , más alta será la tasa de crecimiento de la economía  $i$ .

Esta relación negativa la define el autor como el efecto descompensación del que hablábamos anteriormente. Es factible que en regiones donde dicho ratio es muy elevado, si no se hace crecer el capital privado en proporción al capital público instalado la tasa de crecimiento de la región será baja.

Lo que más nos interesa es ver como en aquellas regiones donde nuestros cálculos atribuyen una productividad pequeña, coinciden con aquellas que tienen una descompensación del capital. O lo que es lo mismo, comprobar que donde hay descompensación del capital, el capital público es menos productivo, dado que no hay suficiente capital privado para hacer crecer la producción de forma óptima.

La relación contraria también se dará en las regiones donde no haya descompensación (capital público y privado equilibrados), actuando su complementariedad de tal forma que la productividad de aquella región sea superior.

Calcular los diferenciales de productividad del capital público, una vez estimada econométricamente la función de producción básica, es una tarea no muy complicada que dará unos valores para el capital público productivo y social para cada región española, pudiendo interpretar los valores más altos como aquellas regiones que tienen mayor productividad del capital público, y por tanto, donde parecería mejor invertir el dinero público.

#### **4. – La estimación econométrica del modelo.**

Uno de los aspectos importantes de cualquier trabajo relacionado con la estimación del efecto del capital público sobre la productividad de una economía, es la herramienta que se utiliza para extraer resultados que sean del todo fiables y se puedan interpretar.

Así hasta que las herramientas econométricas no se desarrollaron convenientemente, la idea de que el capital público afectaba el producto se anunciaba de forma teórica, pero faltaba la verificación empírica.

Los avances en las técnicas econométricas, y más concretamente el conocimiento de las propiedades de las series temporales permitió empezar a analizar las relaciones a largo plazo que se producen en una economía y verificar las relaciones entre las variables que interactúan.

Si analizamos los primeros resultados empíricos de Aschauer (1989), los cuales daban una elasticidad del capital público del 39%, podemos ver como dicha estimación es excesivamente elevada, cosa que la hizo poco creíble e hizo pensar a los investigadores que el problema venía por la metodología usada en los análisis.

Queda claro como las conclusiones que se pueden extraer de una estimación dependen de que la metodología utilizada sea correcta o no, ya que una herramienta de análisis errónea nos puede llevar a unos resultados equivocados y por tanto a unas interpretaciones alejadas de la realidad que queremos estudiar.

A medida que la econometría ofrecía nuevas soluciones a los problemas que los investigadores tenían, los trabajos sobre el capital público afinaron y perfeccionaron las estimaciones iniciales.

Dada la importancia que tiene la econometría en un trabajo como este se ha dedicado un breve capítulo a como se han estimado los resultados, ya que la elección entre una técnica u otra puede llevar a conclusiones diametralmente opuestas y por tanto invalidar un laborioso trabajo de estimación del modelo.

##### **4.1. – Los datos de panel.**

Como ya se ha comentado anteriormente el nivel de desagregación que se considera en este estudio es el nivel regional, sobre este respecto Sala-i-Martín (1997) afirma: “(...) se toma como hecho incuestionable que la unidad estadística de análisis es la “región” o “Comunidad Autónoma”, ya que según parece esta es la unidad que los políticos (dentro y fuera del Estado español) más utilizan”<sup>26</sup>.

El estudio tiene un corte transversal de 17 unidades ( $n$ ), además de contar con las observaciones por una serie temporal ( $t$ ) de 20 años (1972-1991). La posibilidad de tener

---

<sup>26</sup> Ver Sala-i-Martín (1997) pag. 123.

observaciones por regiones y durante diferentes momentos del tiempo, permite la estimación mediante la técnica de los datos de panel. Esta técnica posibilita incluir en la especificación del término de perturbación del modelo:

- a) Un componente específico para a cada región que controle las características inobservables de cada una de ellas.
- b) Un componente específico por cada período de tiempo que controle los cambios de la economía, reflejando los efectos cíclicos y los cambios en la tecnología.

La técnica de los datos de panel permite estudiar tanto el comportamiento temporal (muestras con pocos individuos pero con series temporales largas) y el componente transversal (muestras con muchos individuos y pocas observaciones temporales).

Nuestro caso es intermedio, ya que tenemos  $n = 17$  y  $t = 20$ . Pero nos interesa mas el estudio del comportamiento transversal, dado que nos permite tener en cuenta las características particulares de cada región en la influencia del capital público sobre la productividad regional. Más que el análisis del efecto temporal y del ciclo económico (que puede afectar a todas las regiones españolas al mismo tiempo), parece más interesante ver el componente de carácter transversal.

Una vez decidido el tipo de comportamiento a analizar, nos encontramos con diversos métodos de estimación. En este trabajo se han utilizado básicamente dos métodos: el modelo de efectos fijos y el modelo de efectos aleatorios.

#### **4.1.1.- El modelo de efectos fijos.**

El llamado modelo de efectos fijos se caracteriza por la introducción de un término independiente que recoge un efecto diferencial de carácter individual o temporal para cada individuo de la muestra. Las diferencias que puedan existir entre individuos son capturadas en las diferencias en los términos constantes (o independientes).

Para recoger econométricamente estas diferencias entre regiones se hará la estimación del modelo con la introducción de variables dummy<sup>27</sup>. El modelo a estimar queda definido por la siguiente expresión:

$$Y = D \cdot a + X \cdot b + e \quad (9)$$

donde Y es la variable dependiente que toma la forma de una matriz columna, donde se colocan las series temporales para todos los individuos conjuntamente. D es la matriz de variables

---

<sup>27</sup> Cada variable dummy ( $d_i$ ) toma valor 1 para la región  $i$  y 0 para el resto.

dummy  $D = [d_1, d_2, \dots, d_{17}]$ .  $\mathbf{a}$  es un parámetro a priori desconocido que una vez estimado el modelo y gracias a las dummies recogerá un efecto diferencial para cada región, es decir, son los llamados efectos fijos.  $X$  es la matriz de variables independientes del modelo.  $\mathbf{b}$  es el vector de parámetros a estimar. Finalmente,  $\mathbf{e}$  es el término de perturbación de todo el modelo econométrico.

Si expandimos la forma anterior veríamos como toma una forma muy parecida a las ecuaciones presentadas en el punto tres del trabajo, por tanto lo que aquí se presenta no es más que la estimación de aquellas funciones de producción.

Este modelo normalmente se conoce como mínimos cuadrados con variables dummy (LSDV)<sup>28</sup>. Se llama así porque la estimación econométrica se lleva a cabo por mínimos cuadrados, con la diferencia que se incluyen las variables dummy, las cuales recogen los efectos regionales específicos.

Para facilitar los cálculos hay la posibilidad de calcular el modelo en diferencias. En este caso se transforman las variables restando la media a cada individuo de sus valores temporales.

$$Y_{it}^* = Y_{it} - \bar{Y}_i, \text{ donde } \bar{Y}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T Y_{it}$$

$Y_{it}^*$  es la nueva variable que sale de restarle a la original  $Y_{it}$  la media temporal  $\bar{Y}_i$ . Se ha repetido el proceso para todas las variables explicativas del modelo.

Una vez transformadas las variables, el paso siguiente es hacer una regresión por mínimos cuadrados ordinarios (MQO) de  $Y_{it}^*$  sobre  $X_{it}^*$  sin término independiente, esta regresión nos dará el valor de los parámetros que buscamos para las variables explicativas del modelo (capital privado, trabajo, capital público productivo, capital público no productivo,...).

Para encontrar los efectos fijos de cada región se han de calcular con la siguiente expresión:

$$\hat{\mathbf{a}}_i = \bar{Y}_i - \hat{\mathbf{b}} \cdot \bar{X}_i \quad (10)$$

Esta ha sido la metodología utilizada para estimar el modelo de efectos fijos con los datos de panel. Puede ser interesante resaltar el significado de los efectos fijos calculados.

Puesto que la regresión es mínimo cuadrática, los parámetros estimados son interpretados como el efecto de las variables explicativas sobre la variable dependiente. En nuestro trabajo los diversos parámetros nos indican el efecto del capital privado, trabajo y capital público sobre la productividad regional. Los parámetros son únicos para todas las regiones españolas, lo que las diferenciará serán los efectos fijos.

Con nuestro modelo LSDV encontramos la pendiente de la recta de regresión, que no es más que el vector de parámetros estimados  $\hat{\mathbf{b}}$ , lo que también encontramos con los efectos fijos

<sup>28</sup> Least Square Dummy Variable.

( $\hat{a}_i$ ) son diversas ordenadas en el origen para a cada región. Así los efectos fijos se pueden interpretar como un diferente punto de partida, para cada región, de la recta regresora (pero todas las regiones con la mismo pendiente).

Se considera el parámetro de la función de producción  $A_i$ , que recoge la tecnología de la región, como este efecto fijo. La región que tenga un efecto fijo superior puede interpretarse que disfruta de una tecnología superior o una mano de obra más educada (capital humano), entre otras explicaciones.

#### 4.1.2.- El modelo de efectos aleatorios.

Un segundo método de estimación que se puede utilizar para estimar la relación existente entre capital público y productividad regional, en un contexto de datos de panel, es el llamado modelo de efectos aleatorios. Este considera el efecto regional específico, ya no como un parámetro fijo, sino como un componente del término de perturbación. Eso quiere decir que se introduce al término normal de perturbación otro término aleatorio que recoge las diferencias entre las regiones que a priori no son controlables por las variables incluidas en el modelo, y su naturaleza puede ser muy diversa.

El modelo a estimar pasa a ser:

$$Y_{it} = \mathbf{a} + \mathbf{b} \cdot X_{it} + \mathbf{e}_{it} + u_i \quad (11)$$

donde  $\mathbf{e}_{it}$  es el término de perturbación normal y  $u_i$  es la perturbación de carácter regional que nosotros agregamos. La unión de  $\mathbf{e}_{it}$  y  $u_i$  da un nuevo término de perturbación:  $\mathbf{w}_{it}$ .

$$Y_{it} = \mathbf{a} + \mathbf{b} \cdot X_{it} + \mathbf{w}_{it} \quad (12)$$

No entraremos en los detalles de la estimación del modelo de efectos aleatorios, tan solo remarcaremos que se utilizan mínimos cuadrados generalizados (MQG) con las variables transformadas con una cuasidiferencia llamada  $\mathbf{q}$ <sup>29</sup>.

El uso de cualquiera de los dos modelos da mejores estimaciones que el método más tradicional de MQO, puesto que tanto el modelo de efectos fijos como el de efectos aleatorios tienen en cuenta las características de cada región<sup>30</sup>.

Es muy importante el método de estimación, y por esta razón se ha querido explicar en este apartado, ya que autores como Holtz-Eakin (1994) y García-Milà et. al. (1996) explican como muchos de los primeros estudios sobre capital público obtenían elasticidades demasiado

<sup>29</sup> Para más detalles ver Greene (1993).

<sup>30</sup> Moreno et al. (1997).

elevadas y no válidas, porque equivocaban el método de estimación y no tenían en cuenta los efectos regionales que se dan en la relación que hay entre capital público y productividad.

Lau y Sin (1997) señalan como muchos de los primeros trabajos partían de una sola ecuación con datos de una serie temporal agregada, no prestaban atención a posibles problemas de raíces unitarias que normalmente se encuentran en las series económicas de carácter temporal, así pues, muchos de las correlaciones podían ser espúreas.

Muchos de los trabajos recientes sobre capital público se centraron en la parte econométrica y intentaron resolver parte de los problemas que existían con las series temporales. Trabajos como los de Lau y Sin (1997), Crowder y Himarios (1997) o Batina (1998), aportan nuevas y sofisticadas técnicas econométricas para evitar los problemas que surgen con el uso de las series temporales. Estos avances se han centrado en los datos por país o región, no en los datos de panel como los que este trabajo utiliza.

Cuando los datos están desagregados a nivel regional y tenemos un panel de datos, el estudio de las raíces unitarias y los problemas de estacionariedad de las variables se complica de forma extraordinaria, siendo un tema econométrico abierto y de nueva investigación.

Como ya hemos explicado en el presente trabajo se llevarán a cabo las estimaciones del modelo con efectos fijos y del modelo con efectos aleatorios, pero ¿cual es el más adecuado?. Hay diversos tests que pueden ayudar a discernir cual es el mejor método. En este trabajo se utilizará básicamente el test de los multiplicadores de Lagrange, el cual mide la idoneidad o no de los efectos aleatorios. El contraste consiste en el siguiente:

$H_0 : \sigma_u^2 = 0$ . La variancia del término de perturbación “regional “ es 0. No hay aleatoriedad.

$H_1 : \sigma_u^2 \neq 0$ . Hay aleatoriedad.

El estadístico que construimos es el de los multiplicadores de Lagrange (LM), el cual se distribuye como una chi-cuadrado con 1 grado de libertad:

$$LM = \frac{n \cdot t}{2(t-1)} \cdot \left[ \frac{\sum_i (\sum_t e_{it})^2}{\sum_i \sum_t (e_{it}^2)} - 1 \right]^2 \approx \mathbf{c}_1^2 \quad (13)$$

Donde  $n$  es el número de individuos,  $t$  el número de años y  $e_{it}$  son los errores que salen de la estimación mínimo cuadrática de:  $Y_{it} = \mathbf{a} + \mathbf{b} \cdot X_{it} + \mathbf{w}_{it}$ .

Si el estadístico  $LM > \mathbf{c}_1^2$ , los efectos aleatorios son los correctos.

Si el estadístico  $LM < \mathbf{c}_1^2$ , no se han de aplicar los efectos aleatorios.

El modelo que a priori parece más adecuado aplicar es el de los efectos aleatorios, pero en este estudio se han llevado a cabo las estimaciones con los dos modelos para poder comparar los resultados.



#### 4.2. – El cálculo de los diferenciales de productividad.

Uno de los objetivos del trabajo, el cálculo de los diferenciales de productividad del capital público entre las regiones españolas, se realizará a partir de la estimación de la función de producción con capital público.

Una sencilla estructura de variables dummy para a cada región, que multiplique cada una de las variables relevantes del modelo, hará posible encontrar el efecto diferencial del capital público en cada región<sup>31</sup>.

El modelo a estimar queda definido como:

$$\begin{aligned} \ln Y_{it} = & \ln A_i + \mathbf{a} \cdot \ln K_{it} + \mathbf{b} \cdot \ln L_{it} + \mathbf{g}_1 \cdot \ln KPUBPR + \mathbf{g}_2 \cdot \ln KPUBNPR + \\ & + \mathbf{d}_1 \cdot \ln KPUBPR \cdot D1 + \mathbf{d}_2 \cdot \ln KPUBPR \cdot D2 + \dots + \mathbf{d}_{17} \cdot \ln KPUBPR \cdot D17 + \\ & + \mathbf{h}_1 \cdot \ln KPUBNPR \cdot D1 + \mathbf{h}_2 \cdot \ln KPUBNPR \cdot D2 + \dots + \mathbf{h}_{17} \cdot \ln KPUBNPR \cdot D17 \end{aligned} \quad (14)$$

Donde las diversas D1, D2,...,D17, son variables dummy para cada región española.

La estimación de una función como la anterior nos llevará a tener los parámetros  $\mathbf{d}_i$  i  $\mathbf{h}_i$ , por ejemplo, los cuales nos indicarán respectivamente la elasticidad del capital público productivo y del capital público social para la región 1 (Andalucía). La variable que acompaña  $\mathbf{d}_1$  esta formada por la multiplicación del capital público productivo y una dummy que toma 1 cuando el valor del capital público productivo pertenece a Andalucía y 0 si pertenece a las otras regiones. La multiplicación da una nueva variable que refleja el capital público en Andalucía y como afecta al producto de esta región.

La comparación de magnitudes así obtenidas, nos dará un índice para poder ver en que regiones el capital público es más productivo.

---

<sup>31</sup> La idea es parecida a la técnica para comprobar si en una muestra hay cambio estructural.

## 5.- Resultados. El capital público como determinante de la productividad.

En esta sección del trabajo se expondrán los resultados obtenidos en la estimación econométrica de los modelos que ya han sido presentados en secciones anteriores.

La estimación se ha realizado de forma progresiva, y primero se presentarán los resultados de la introducción del capital público en la función de producción, y después se mostrarán las estimaciones de la introducción del resto de variables de la TPDR.

El último punto de esta sección expondrá las diferencias regionales en la productividad del capital público.

### 5.1. – Validación de la Teoría del Potencial de Desarrollo Regional.

#### 5.1.1- Capital Público.

Como ya se ha explicado anteriormente la variable clave a validar en este trabajo es el capital público, tanto en su vertiente productiva como en social. La primera ecuación a estimar es<sup>32</sup>:

$$\ln Y_{it}^* = a \ln K_{it}^* + b \ln L_{it}^* + g_1 \ln KPUBPR_{it}^* + g_2 \ln KPUBNPR_{it}^* \quad (15)$$

Los resultados son los que se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro 2: Función de producción del sector privado por regiones. Período: 1971-1991

Variable dependiente: PIB a coste de factores. Efectos Fijos

Variable	Parámetro	Estadístico-t
Capital privado ( <b>K</b> )	0.643**	15.699
Trabajo ( <b>L</b> )	0.550**	13.266
Capital público productivo ( <b>KPUBPR</b> )	0.0493*	2.307
Capital público no productivo ( <b>KPUBNPR</b> )	0.1588**	5.875

\*\* Significativo al 1%.

\* Significativo al 5%.

Esta primera estimación tiene un  $R^2$  del 92.47% y un estadístico F de significación conjunta de los parámetros de 1029.287, esto indica que los parámetros conjuntamente son diferentes a 0. En la interpretación de esta primera estimación podemos destacar diversos aspectos. A pesar que el modelo válido es el modelo de efectos aleatorios (posteriormente lo

<sup>32</sup> Recordar que el modelo estimado per efectos fijos se calcula en desviaciones, cosa que hace desaparecer la constante del modelo.

veremos), el modelo de efectos fijos nos dice como el capital público productivo tiene una elasticidad sobre el producto regional del 4.9%, valor que no se aleja de las actuales líneas de investigación que están encontrando valores de esta magnitud para la variable capital público productivo.

En el trabajo de Moreno et. al. (1997) se nos presentan los resultados de la estimación del modelo por efectos fijos y sus resultados para la misma variable son de 4.4%.

Todos los parámetros son significativos de forma individual, pero llaman la atención dos aspectos:

a) Los rendimientos a escala de los factores privados de producción no son constantes. Los parámetros  $\hat{a}$  i  $\hat{b}$ , que acompañan al capital privado y al trabajo respectivamente suman 1.193, cosa que puede hacer pensar en rendimientos crecientes en estos factores. Individualmente ambos parámetros son muy significativos. Si comparamos los resultados con otros trabajos, encontramos que para caso español se encuentran rendimientos constantes de los factores productivos privados<sup>33</sup>. Este aspecto puede reforzar la idea que el modelo de efectos fijos no es el más adecuado y por tanto hay que estimar con el modelo de efectos aleatorios.

b) El alto valor de la elasticidad del capital público de carácter social (o no productivo), el cual tiene un valor de 15.88% y altamente significativo. La mayoría de trabajos encontraban como el capital público no productivo tenía un efecto muy inferior, o hasta no significativo, sobre el producto de las regiones.

Ambos aspectos nos llevan a estimar el modelo con el método de los efectos aleatorios. Estas estimaciones se presentan a continuación:

Cuadro 3: Función de producción del sector privado por regiones. Período: 1971-1991

Variable dependiente: PIB a coste de factores. Efectos Aleatorios<sup>34</sup>

Variable	Parámetro	Estadístico-t
Constante	0.271**	5.90
Capital privado ( <b>K</b> )	0.585**	17.30
Trabajo ( <b>L</b> )	0.453**	13.54
Capital público productivo ( <b>KPUBPR</b> )	0.051*	2.46
Capital público no productivo ( <b>KPUBNPR</b> )	0.186**	7.05

\*\* Significativo al 1%.

\* Significativo al 5%.

<sup>33</sup> Más et al. (1994) y Moreno et al. (1997).

<sup>34</sup> Recordemos que el modelo de los efectos aleatorios no está estimado en desviaciones y por tanto hay constante.

El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) se ha incrementado respecto la estimación anterior, y ahora es de 93.6% y el estadístico F de significación conjunta continua indicándonos, con un valor de 1266.11, que los parámetros estimados conjuntamente son diferentes a 0.

Como vemos, las variables del modelo son todas significativas al 1%, con la excepción del capital público productivo al 5%. Los valores de las elasticidades han disminuido para los factores productivos privados y han aumentado ligeramente para las variables referidas al capital público.

Si analizamos más en detalle los valores de los parámetros estimados, vemos como la elasticidad calculada para el capital público productivo es del 5,1%, muy parecida al modelo de efectos fijos y a los trabajos anteriormente citados. Cosa que nos puede indicar como efectivamente el capital público tiene efecto sobre la productividad regional, pero no en las magnitudes que se estimaron inicialmente por Aschauer del 39% o del 24% de Más et. al.(1994) para el caso español.

La primera conclusión es clara, el capital público productivo sí afecta la productividad regional pero no lo hace de forma muy acentuada, sino que toma unas elasticidades cercanas al 5%. Este es uno de los puntos principales al que se quería llegar con este estudio, es decir, la validación de las infraestructuras como determinante del desarrollo de las regiones, con las consiguientes recomendaciones que se pueden extraer para la política económica.

Por lo que respecta a los dos aspectos que nos sorprendían en la estimación con el modelo de efectos fijos, ahora podemos decir:

a) Por lo que respecta a los rendimientos de los factores productivos, vemos como las elasticidades de los factores privados han disminuido, y si sumamos el parámetro estimado para el capital privado ( $\hat{\alpha} = 0.585$ ) y para el trabajo ( $\hat{\beta} = 0.453$ ), nos dan unos rendimientos de 1.03, lo que efectivamente nos dice que hay rendimientos constantes a escala, tal y como predice la teoría económica para estos factores. Para confirmar la existencia de rendimientos constantes a escala se ha realizado un test de la F para contrastar el tipo de rendimientos de la función de producción<sup>35</sup>.

Para el modelo de efectos fijos (donde los factores privados conjuntamente tenían unos rendimientos de 1.193) el valor del estadístico de contraste  $F^*$  tenía un valor de 11.0626 y el valor crítico en tablas es  $F_{1,13} = 4.67$ , cosa que nos llevaba a rechazar la hipótesis nula de que los exponentes del capital privado y el trabajo sumaban 1. Si se realiza el mismo test con los datos calculados con los efectos aleatorios la  $F^*$  toma un valor de 0.72941, y el valor crítico en las tablas continúa siendo  $F_{1,13} = 4.67$ , en este caso aceptamos la hipótesis nula que los factores privados tienen rendimientos constantes en el modelo de efectos aleatorios.

---

<sup>35</sup> Para más detalle ver Greene (1993) pag. 208.

También podemos verificar que los factores productivos de carácter público tienen rendimientos decrecientes y que los factores productivos privados y el capital público son complementarios (rendimientos crecientes).

Primero, si sumamos los parámetros del capital público productivo y el social da 0.237, es decir, hay rendimientos decrecientes del capital: como más capital público tiene una región menos producción genera una unidad adicional de esta variable, y por tanto, menor es la tasa de retorno de este tipo de capital.

Si sumamos los parámetros estimados para inputs privados y las elasticidades estimadas para el capital público (en sus dos versiones), vemos como nos da una suma de 1.27, es decir, hay rendimientos crecientes a escala. Esto nos muestra la complementariedad del capital público y los inputs privados. Queda claro las estimaciones con el modelo de efectos aleatorios cumplen todos los “requisitos” que la teoría económica postula para toda función de producción con capital público.

b) El segundo punto que generaba controversia en el modelo de efectos fijos era el alto valor estimado para la elasticidad del capital público no productivo o social. En el anterior modelo obteníamos una elasticidad del 15.88%, ahora en el modelo de efectos aleatorios obtenemos una elasticidad superior del 18.61%.

Estos valores son contradictorios con muchos de los trabajos ya realizados. Muchas de las estimaciones econométricas no encuentran estadísticamente significativo el efecto del capital público no productivo, es decir, que las infraestructuras en sanidad y educación no afectan directamente la productividad de las economías regionales (aunque parece lógico pensar que sí lo hacen de forma indirecta).

Pero nuestras elasticidades dan unos valores muy altos y significativos. Podría pensarse en un error de los datos o de la estimación, pero la explicación puede encontrarse dentro de la misma teoría económica, y ya la apuntaron García-Mila y McGuire (1992).

Las autoras también encontraban que la variable educación les salía con una elasticidad muy alta y significativa (16.5%). La idea básica que se ha de tener en cuenta con el capital público no productivo o social es que es una variable de carácter endógeno, es decir, que en este caso una de las variables explicativas del modelo depende de la variable escogida por nosotros como dependiente.

El PIB de las regiones es una medida que refleja la riqueza, y el capital público no productivo podemos pensar que depende de la riqueza. Este es un problema econométrico que implica que el coeficiente estimado para el capital público no productivo refleje dos aspectos: por un lado la productividad del capital público social, pero por otro, la demanda de este capital por parte de cada región en función de su riqueza.

El parámetro estimado no es erróneo, sino que está anormalmente elevado porque recoge dos efectos, y aunque nos gustaría discernir cual es el efecto de la productividad no podemos hacerlo.

Finalmente, para acabar de ver el modelo de los efectos aleatorios como el correcto, se ha calculado el test del multiplicador de Lagrange, obteniéndose un valor de  $LM^* = 8.947$ , a comparar con un valor crítico de una chi-cuadrado con 1 grado de libertad de 0.000157. Aceptamos el modelo de los efectos aleatorios como válido, confirmando lo que los datos ya apuntaban.

### 5.1.2.- Estructura Sectorial.

Una vez estimada nuestra ecuación básica que consiste en la función de producción con capital público, el siguiente paso es verificar las otras variables de la TPDR.

Para verificar si la estructura sectorial de una economía afecta su producto se han creado tres variables, que recordemos son:  $GVAISGVA_{it}$ ,  $EMISPOP_{it}$ ,  $EMISEMTOT_{it}$  (definidas en el apartado tres).

En el cuadro 4 que se muestra en el apéndice del trabajo se resumen los resultados obtenidos al introducir las variables de estructura sectorial y aglomeración a nuestro modelo. En el caso de las variables analizadas en este apartado, nos fijaremos más en el signo del parámetro que acompaña la variable y en su significatividad estadística que no en su valor, dado que la interpretación de la magnitud no es tan directa como lo puede ser en el caso del capital público y porque estamos interesados en si estas variables afectan o no (significatividad), y en que sentido operan dentro de la función de producción (signo), más que intentar ver exactamente el peso que representan en el producto de una región determinada.

Con estos objetivos pasaremos a analizar los resultados obtenidos y que se muestran en el cuadro 4.

Las variables de estructura sectorial que han sido introducidas en el modelo, tanto en logaritmos como cuando no<sup>36</sup>, en general no salen significativamente diferentes a 0, parece no hay evidencia en favor de que tengan un efecto sobre la productividad de las regiones.

Si nos fijamos en las variables vemos como  $EMISEMTOT_{it}$  no sale en ninguna estimación significativa,  $GVAISGVA_{it}$  sale en tres estimaciones no significativa pero en dos sí lo es, con unos parámetros estimados muy parecidos  $-0.32$  y  $-0.315$ , ambos significativos al 10% y con signo negativo.

De la variable  $GVASERGVA_{it}$ , la cual indica el peso del VAB del sector servicios en el total del VAB regional, las estimaciones llevan a unos parámetros estimados no

---

<sup>5</sup> Cuando la variable representaba un porcentaje no se han tomado logaritmos.

significativamente diferentes de 0, cosa que no nos permite decir que haya un efecto de estas variables sobre el producto.

Una cuarta variable analizada ha estado  $EMISPOP_{it}$ , la cual introducida en cuatro estimaciones, ha resultado ser no significativa en tres y en una ha resultado significativa al 10% con un parámetro estimado de 0.04020.

Como resumen, la estimación econométrica del modelo con las variables de estructura sectorial parece indicar que esta variable no tiene efecto sobre la productividad regional, así pues ninguna de las cuatro variables construidas dan resultados a favor de que afecte de forma importante el producto.

La explicación para este resultado es que en una economía regional es la combinación óptima de los tres sectores productivos lo que da un desarrollo superior y no sólo la predominancia de uno de ellos.

En el trabajo de García-Mila y McGuire (1992) para los Estados Unidos, introducen en su función de producción una variable que recoge la estructura sectorial, que llaman “industrial mix”, su estimación da que el parámetro que acompaña la variable de estructura sectorial tiene un valor de  $-0.0004$  y un estadístico t de 7.86. Los resultados no son significativos, igual como pasa en nuestra estimación al no dar los coeficientes diferentes a 0.

### 5.1.3.- Aglomeración.

Lo mismo que en el apartado anterior se ha realizado para las variables de aglomeración, las cuales indican si hay economías de escala o efectos de congestión por el hecho que en una región hayan los factores productivos más o menos agrupados. Recordemos que las variables construidas han sido:  $POPSPACE_{it}$ ,  $EMISSPACE_{it}$  y  $EMTOTSPACE_{it}$ . En el cuadro 4 se pueden ver los resultados de la estimación para las variables de aglomeración.

De las tres que se ha construido tan solo 1 se ha mostrado como no significativa:  $EMTOTSPACE_{it}$ , el resto de estimaciones para las dos variables restantes han dado significativamente diferentes de 0.

Con la variable  $EMISSPACE_{it}$  se obtienen unas elasticidades positivas y alrededor del 16%-17% en todas las estimaciones.

Para la variable  $POPSPACE_{it}$  todas las estimaciones de su parámetro dan significativas, pero con la peculiaridad que si la variable es introducida sin logaritmos las estimaciones son muy pequeñas (0.00088, 0.00099 o 0.000905), si en cambio la introducimos con logaritmos la elasticidad pasa a ser de 0.37 o 0.16. Ya hemos dicho que la magnitud no es el que más nos preocupa, lo que queremos contrastar es que las variables sean positivas y significativas.

En el trabajo antes citado de García-Mila y McGuire (1992), también introducen una variable que recoge la concentración de la población. La variable les resultó positiva,

significativa y con un efecto muy reducido (un parámetro de  $0.6 \cdot 10^{-8}$ ). Bastante parecido a lo que nosotros obtenemos con la variable  $POPSPACE_{it}$  introducida sin logaritmos.

En resumen, podemos decir que el factor de aglomeración sí tiene un efecto significativo sobre la productividad de las regiones españolas, y este efecto tiene un signo positivo.

En aquellas regiones donde la población, el trabajo o en general los factores productivos están agrupados en zonas determinadas, rinden de forma más óptima que no en aquellas regiones donde están dispersos. Este resultado ya lo obteníamos con el capital público, el cual se complementa con los inputs privados y hace aparecer rendimientos crecientes a escala. En este caso se confirma la idea de economías de escala o congestión. En una zona donde se concentran los factores productivos se obtendrán más beneficios porque las mismas infraestructuras servirán a todos por igual. El tiempo de desplazamiento, por ejemplo, serán inferiores y por tanto también se reducirán los costes, será más fácil la integración de empresas tanto de carácter vertical como horizontal. Las industrias se podrán complementar las unas con las otras de forma más óptima que no si se encuentran en una región donde la concentración fuese baja.

## **5.2. – Efectos regionales de la influencia del capital público.**

El último punto del trabajo es el cálculo de las diferentes tasas de productividad del capital público entre las regiones españolas.

Una vez obtenido el modelo básico consistente en la función de producción con la introducción del capital público, y analizados los resultados econométricos de como influye esta variable sobre la productividad en las regiones españolas, parece muy interesante ver donde son más productivas estas inversiones, es decir, donde es más rentables el dinero que se gasta en infraestructuras públicas.

Este análisis mostrará aquellas regiones del país donde sería óptimo invertir, frente aquellas donde no lo sería tanto, por el hecho que se obtengan diferenciales en la productividad del capital público.

Las regiones han de tener un mínimo de infraestructuras básicas, una vez se ha conseguido ese mínimo, la pregunta clave es: ¿dónde invertir?. Las políticas públicas de inversión, tanto des de España como des de la Unión Europea, han consistido en dotar aquellas regiones más desfavorecidas para que alcanzasen los niveles de las regiones más desarrolladas, pero se ha demostrado que estas políticas han implicado una descompensación entre capital público y privado y la no-convergencia entre regiones<sup>37</sup>.

Delante del fracaso de estas políticas llevadas a cabo hasta ahora, se ha propuesto invertir capital público allá donde es más productivo, obtener más rendimiento del que se

---

<sup>37</sup> Sala-i-Martin (1997).



obtendría en otras regiones y realizar una política de transferencias de las regiones productivas a las no productivas. La teoría económica que trata el crecimiento económico habla de las trampas de pobreza en las que caen muchas economías poco desarrolladas y como contribuciones pequeñas no ayuden a salirse de ellas, son grandes contribuciones (no precisamente las concedidas por la UE o el Estado Español) las que pueden ayudar a salir de la trampa de pobreza, llevando un crecimiento positivo y sostenido.

Delante la ineficiencia demostrada de las políticas actuales, se propone la alternativa anteriormente citada: hacer rendir el capital público al máximo, para que se pueda conseguir transferencias suficientes que desarrollen las economías atrasadas.

Para llevar a cabo esta política es evidente que ha de saberse donde invertir el capital público, es decir, donde es más productivo. Sala-i-Martín (1997) afirma que la tasa de crecimiento de la economía dependerá de la relación entre capital público y privado. En particular la dinámica de transición, que ya ha sido explicada en el apartado tres del presente estudio, recordemos depende de la relación:

$$\frac{KPUB_i}{KPRIV_i}$$

Como más pequeña sea la relación anterior más alta la tasa de crecimiento. Con esta relación el autor calcula la tasa de rendimiento del capital público en las diferentes regiones españolas. El cuadro resumido es:

Cuadro 5<sup>38</sup>: Relación Capital publico frente privado. Tasa de retorno del capital público.

<b>Región</b>	<b>Cap. Público/Cap. Privado<sup>39</sup></b>	<b>Tasa retorno capital publico*</b>
Andalucía	1.6	0.70
Aragón	2.0	0.58
Asturias	1.6	0.73
Baleares	0.8	1.00
Canarias	1.7	0.67
Cantabria	1.5	0.74
Cast.-La Mancha	2.0	0.58
Castilla-León	1.9	0.63
Cataluña	1.0	1.00
Extremadura	2.5	0.54
Galicia	1.6	0.74
Madrid	0.8	1.25
Murcia	1.3	0.78
Navarra	2.1	0.55
País Vasco	1.8	0.65
La Rioja	2.2	0.51
C. Valenciana	1.0	0.91

\* Para el año 1991.

<sup>38</sup> Fuente: Sala-i-Martín (1997).

<sup>39</sup> Región y relativo a Cataluña.

Lo que se analizará en este apartado tiene un objetivo similar, pero con otros procedimientos. Se buscará un ranking de productividad regional del capital público, pero a partir de nuestra función de producción con capital público.

### **5.2.1. – Diferencias regionales en la productividad.**

La introducción de variables dummy en la función de producción con capital público nos permite analizar el efecto que tiene el capital público en cada una de las regiones españolas, así como comparar resultados y extraer conclusiones.

Como ya se ha citado anteriormente, el análisis se ha realizado para los diferentes tipos de capital y los resultados se muestran a continuación.

#### a) Capital público productivo.

El Cuadro 7 muestra los efectos del capital público productivo en las diferentes regiones. Las elasticidades regionales estimadas son significativamente diferentes de 0. Nos fijaremos en aquellas regiones con un valor superior, lo que indicará que el capital público productivo tiene un efecto superior sobre el producto. Más delicado se nos presenta interpretar el valor absoluto de la elasticidad estimada. Puede ser interpretado como un porcentaje modificador del ya estimado para el efecto global del capital público sobre la productividad. Si sabemos que este efecto es un 5% y los efectos diferenciales nos da que Baleares tiene un efecto regional superior con un 0.378 y La Rioja el más pequeño con un 0.0709, estos valores pueden interpretarse como que en las Baleares el capital público productivo puede llegar a tener un rendimiento del 6.8%, mientras que en La Rioja tan sólo del 5.35%, es decir, invertir en infraestructuras productivas en las Baleares implica que su producto crezca más que no invertimos en La Rioja.

A nosotros nos interesa más la ordenación que se puede extraer de los efectos diferenciales regionales que no los valores absolutos.

Cuadro 7: Diferenciales de productividad del capital público productivo por regiones.

Región	Diferencial de productividad del capital público productivo	Estadístico - t*
Andalucía	0.1811	4.524
Aragón	0.3219	6.096
Asturias	0.1635	3.602
Baleares	0.3788	7.334
Canarias	0.3528	7.078
Cantabria	0.1950	6.402
Cast.-La Mancha	0.1877	4.048
Castilla-León	0.2593	5.185
Cataluña	0.3305	6.334
Extremadura	0.3194	7.595
Galicia	0.2398	6.321
Madrid	0.3583	6.129
Murcia	0.0924	2.754
Navarra	0.1208	2.727
País Vasco	0.1193	3.165
La Rioja	0.0709	3.089
C. Valenciana	0.2842	6.106

\* Todos significativos a l'1%.

Analizando el cuadro 7 vemos como las regiones donde el capital público productivo es más eficiente son: Baleares, Madrid, Cataluña y Canarias. De estas, tres salen como las que, según Sala-i-Martín, tienen una tasa de rendimiento del capital público superior (Baleares, Madrid y Cataluña).

Donde el capital público productivo tiene una tasa de rendimiento más baja es en regiones como La Rioja, Murcia, País Vasco y Navarra. Regiones que también toman valores bajos en la tasa de rendimiento del capital público. La razón que da el autor catalán es que en algunas regiones el capital público es más abundante respecto el capital privado y como sabemos la complementariedad de ambos es lo que hace óptimo el uso del capital público.

Si comprobamos nuestra ordenación con la que Sala-i-Martín llama la relación capital público-capital privado (ver cuadro 5), se observa como las regiones que a nosotros eso han dado como más productivas: Baleares, Madrid y Cataluña tienen un  $\frac{KPUB_i}{KPRIV_i}$  más bajo que el resto, en cambio las menos productivas: La Rioja, Navarra y País Vasco tienen la relación bastante elevada.

Los datos parecen confirmar que en ciertas regiones hay demasiado capital público (si tenemos en cuenta el capital privado que tienen), y por tanto, si agregamos más no es tan productivo como si lo instalásemos en aquellas regiones donde hay falta.

El capital público, conseguido un nivel mínimo, no se ha de instalar en las regiones menos productivas si se quiere obtener el máximo rendimiento de esta inversión.

En las regiones más desfavorecidas (La Rioja, Murcia y Navarra, entre otras) se ha de intentar estimular el capital privado y la inversión privada, de tal forma que se compense la relación entre capital público y privado, haciéndola más pequeña, y haciendo que esta nueva iniciativa privada explote eficientemente el capital público ya instalado. Una vez se haya restablecido el equilibrio se podrá volver a invertir en capital público para expandir el producto.

Las políticas estatales y europeas que dan fondos en las regiones más desfavorecidas para aumentar el producto, sin tener en cuenta las cuestiones aquí señaladas, tienen muchas posibilidades de ser ineficientes y no tener el efecto esperado.

b) Capital público no productivo.

El mismo análisis realizado en el apartado anterior se repite ahora para el capital público no productivo. El cuadro 8 muestra unos resultados muy parecidos a los del capital público productivo.

Cuadro 8: Diferenciales de productividad del capital público no productivo por regiones.

<b>Región</b>	<b>Diferenciales de productividad en el capital público no productivo</b>	<b>Estadístico – t</b>
Andalucía	0.2810	4.033
Aragón	0.3946	5.696
Asturias	0.1568	3.216
Baleares	0.3570	6.335
Canarias	0.4023	6.703
Cantabria	0.1815	3.705
Cast.-La Mancha	0.2059	3.412
Castilla-León	0.3011	4.392
Cataluña	0.3148	6.362
Extremadura	0.3491	6.761
Galicia	0.3297	5.085
Madrid	0.3799	6.746
Murcia	0.0879	1.486 <sup>+</sup>
Navarra	0.1375	3.874
País Vasco	0.0150	0.456 <sup>+</sup>
La Rioja	0.0775	0.856 <sup>+</sup>
C. Valenciana	0.3353	5.517

+ no significativos, el resto lo es al 1%.

Si realizamos una correlación entre el orden de la productividad del capital público productivo y el no productivo da una semejanza del 92.64%.

En este caso salen como más productivas Canarias, Aragón, Madrid y Baleares, y como menos productivas País Vasco, La Rioja, Murcia y Navarra (las mismas que antes).

Esto nos lleva a pensar que en las regiones donde el capital público productivo es eficiente también lo es el de carácter social.

La idea antes apuntada de que las políticas de la UE no siguen los criterios de inversión en las regiones más productivas, aunque esto implique una pérdida de recursos y por tanto ineficiencia, la encontramos claramente reflejada en las correlaciones entre capital público y Fondos Estructurales invertidos en las regiones españolas<sup>40</sup>. Si ordenamos las donaciones de más a menos cantidad recibida, y realizando lo mismo con los diferenciales de productividad del capital público, encontramos que ambas ordenaciones tienen una correlación del -16.6% para el 1991, es decir, que la UE dio más dinero para inversiones en infraestructuras donde menos productivo era invertir.

A pesar que los fondos estructurales pueden perseguir otros objetivos que no su remuneración óptima, como el acercamiento de las regiones más pobres hacia las ricas, Sala-i-Martin(1997) demuestra como este proceso no se ha llevado a cabo, al contrario, desde la entrada en vigor de los fondos Estructurales las regiones españolas han divergido más que convergido, por tanto parece que se hayan malbaratado recursos en una política ineficiente respecto al objetivo que se le atribuía inicialmente.

c) Capital privado.

Finalmente se ha calculado donde es más productivo el capital privado. Así lo podremos comparar con los datos de la productividad regional del capital público.

El cuadro 9 se presentan unos resultados muy parecidos a los anteriores. En las regiones donde el capital público es más productivo también lo es el capital privado: Baleares, Canarias, Madrid y Cataluña. Sorprendente es el caso de Extremadura que obtiene una productividad del capital privado muy elevada (la segunda más alta).

Cuadro 9: Diferenciales de productividad del capital privado por regiones.

<b>Región</b>	<b>Diferenciales de productividad en el capital privado</b>	<b>Estadístico – t</b>
Andalucía	0.5323	8.633
Aragón	0.7127	10.324
Asturias	0.4754	4.2139
Baleares	0.6989	11.083
Canarias	0.7226	12.627
Cantabria	0.5752	4.428
Cast.-La Mancha	0.4759	7.334
Castilla-León	0.5663	8.854
Cataluña	0.7297	8.228
Extremadura	0.7695	9.647
Galicia	0.5662	9.864
Madrid	0.7779	10.193
Murcia	0.3319	5.320
Navarra	0.3995	4.147

<sup>40</sup> El cuadro 12 del apéndice eos muestra los fondos estructurales para los años 1991, 1992 y 1993.

País Vasco	0.2252	1.239 <sup>+</sup>
Rioja	0.3328	5.046
C. Valenciana	0.6475	10.711

+ No significativo, el resto lo es al 1%

Si realizamos las correlaciones entre los órdenes de productividad obtenidos para el capital público (productivo y social) y el capital privado obtenemos:

Cuadro 10: Correlaciones entre los diversos órdenes de productividad del capital.

	Cap. Público Produc.	Cap Pub. No Produc.	Capital Privado
Cap. Público Produc.	1	-	-
Cap Pub. No Produc.	0.92	1	-
Capital Privado	0.93	0.88	1

Como puede observarse las correlaciones son muy altas entre las diversas ordenaciones de los diferenciales de productividad de las regiones españolas. Esto indica que hay una dicotomía clara entre las regiones. Hay unas pocas que son productivas en todos los tipos de capital: Baleares, Canarias, Madrid y Cataluña. Una serie de regiones salen siempre no tan productivas: La Rioja, País Vasco, Navarra y Murcia.

Finalmente se presenta un cuadro resumen de las posiciones relativas de la productividad de las regiones españolas.

Cuadro 11: Resumen de las posiciones relativas de las regiones españolas para el que se fa a la productividad del capital público como privado.

Región	Cap. Público Prod.	Cap. Pub. No Prod.	Capital privado
Andalucía	12	10	11
Aragón	5	2	5
Asturias	13	13	13
Baleares	1	4	6
Canarias	3	1	4
Cantabria	10	12	8
Cast.-La Mancha	11	11	12
Castilla-León	8	9	9
Cataluña	4	8	3
Extremadura	6	5	2
Galicia	9	7	10
Madrid	2	3	1
Murcia	16	15	16
Navarra	14	14	14
País Vasco	15	17	17
La Rioja	17	16	15
C. Valenciana	7	6	7

## 6.- Conclusiones.

El objetivo de este estudio era verificar el efecto del capital público sobre la productividad de las regiones españolas, y al mismo tiempo ver si los factores de la Teoría del Desarrollo Regional de Biehl también afectaban esta variable. Por otro lado, intentaba encontrar aquellas regiones donde el capital público es más productivo, a través de los efectos diferenciales en la productividad de esta variable.

Para conseguir ambos objetivos, primero de todo se ha explicado el modelo analítico que se ha seguido en el trabajo, y después se han llevado a cabo las estimaciones econométricas con los resultados explicados en el punto cinco.

Los principales resultados señalan que el capital público es una variable económica que afecta de forma positiva la productividad de las regiones españolas. Este era un de los objetivos a los cuales se quería llegar, y a la pregunta: ¿ha de seguir invirtiendo el Estado en las grandes obras de infraestructura?, la respuesta es que sí lo ha de seguir realizando, pero con una serie de matices.

Primero de todo señalaremos que la influencia del capital público sobre la productividad regional alcanza unos parámetros inferiores a los que se calcularon a los principios de los 90, así nuestras estimaciones econométricas dan unas elasticidades del capital público (productivo) sobre el producto regional del 5%, valor que se aproxima a las estimaciones encontradas recientes trabajos, y que estiman que hay efecto del capital público, pero que este no toma unas elasticidades demasiado elevadas.

El capital público ha sido desagregado entre el que consideramos productivo y el de carácter social. Los datos nos han mostrado que el capital público productivo tiene un efecto significativo sobre el producto regional, con una elasticidad antes citada del 5%. Por lo que respecta al social, la estimación presentaba una elasticidad muy elevada y significativa (18.6%), aunque sabemos que este parámetro incluye el efecto sobre la productividad regional, no lo hemos podido diferenciar de la propia demanda de este tipo de capital público.

El estudio también demuestra la existencia de diferenciales de productividad entre las regiones españolas, existiendo unas regiones donde el capital público es más productivo que en otras. Este hecho tiene consecuencias claras para responder a la pregunta: ¿dónde invertir?.

A pesar que el principal objetivo del dinero público no sea hacer beneficios, en un entorno como el nuestro de escasez de recursos, vale la pena intentar llevar a cabo políticas de inversión lo más eficientes posible, e intentar no malbaratar los recursos de los ciudadanos.

Las políticas que se han realizado hasta ahora parecen no ser del todo eficientes. Se han invertido grandes cantidades de dinero público en unas actividades y en unas infraestructuras que no han generado el crecimiento regional que se esperaba.

Si consideramos que las regiones ya tienen un nivel básico de infraestructuras públicas que garantice su funcionamiento, parece aconsejable a la vista de los resultados obtenidos,

invertir en aquellas regiones de donde se obtendrá más beneficio, y traspasar los suficientes recursos a las economías más desfavorecidas para que puedan renovar sus estructuras productivas, atraigan inversión privada y pasen a tener crecimientos positivos y sostenidos (salir de las trampas de pobreza).

En este estudio también se apuntan las posibles vías de inversión que podría seguir el Estado si se siguiesen los resultados expuestos. Primeramente, se tendría que potenciar en las economías regionales poco productivas el capital privado, el cual pudiese explotar eficientemente el capital público ya instalado, y no seguir invirtiendo dinero público que sólo consigue acentuar la descompensación de los inputs públicos frente a los privados, cosa totalmente negativa para el crecimiento de la región.

En el trabajo se ha demostrado como es en las regiones donde no hay descompensación del capital donde el capital público es más productivo y genera un incremento de la productividad de la región.

Una vez se hubiese conseguido instalar suficiente iniciativa privada en las regiones poco productivas, se podría pensar en invertir capital público para expandir el producto de aquella región, pero siempre teniendo en cuenta que lo que hace productivo al capital público es su complementariedad óptima con el capital privado.

Respecto a la validación de la Teoría del Potencial de Desarrollo Regional, podemos decir como las variables que recogen la estructura sectorial no han resultado ser significativas para el caso español. La razón se ha intentado apuntar anteriormente, es posiblemente la combinación óptima de los tres sectores productivos lo que produce que la economía de una región sea más productiva, más que no la predominancia de uno de los tres sectores.

Las variables de aglomeración, en cambio, sí se han mostrado como estadísticamente significativas. Una región con sus factores productivos concentrados en ciertas zonas, es posible que tenga un mayor producto. Las regiones con el capital, trabajo o población más dispersa incurren en unos costes más elevados (transporte, comunicaciones, etc.), y les impide disfrutar de las economías de escala o congestión que se dan cuando los factores productivos interactúan de forma óptima en una misma localización geográfica.



**7. Apéndice.**

Cuadro 1: Principales resultados en la estimación del efecto del capital público sobre la productividad. Los estadísticos -t están entre paréntesis.

ESTUDIO	CAP. PRIVADO	TRABAJO	CAP. PUB. PR.	CAP PUB.NO PR.
Da Silva et al. (1987) Función Producc. Translog	-0.16 (7.61)	1.02 (9.93)	0.20 (1.98)	-----
a) Aschauer (1989)	0.44 (7.95)	0.29 (3.04)	0.36 (9.79)	-----
Tot dividido por b) Capital privado	-----	0.35 (4.85)	0.39 (16.23)	-----
a) Munnell (1990)	0.31 (30.1)	0.59 (43.2)	0.15 (9.6)	-----
b)	0.31 (28.1)	0.55 (35.4)	0.18 (9.6)	-----
García-Milà et al. (1992)	0.477 (13.03)	0.356 (11.90)	0.045 (8.65)	0.165 (8.00)
MQO	0.359 (32.05)	0.497 (34.5)	0.23 (12.1)	-----
Holtz-Eakin MQG* (1994)	0.361 (16.04)	0.659 (29.2)	0.0077 (0.327)	-----
FIX	0.301 (10.039)	0.691 (26.3)	-0.0517 (1.93)	-----
García-Milà et al. (1996)				
a) Sin diferencias No state effect	0.327 (10.33)	0.319 (9.61)	H=0.370 (18.01) WS=0.069 (3.35)	-----
Random state effect	0.191 (4.6)	0.756 (23.85)	H= 0.120 (4.51) WS=0.043 (2.71)	-----
Fixed state effect	0.515 (7.36)	0.704 (2028)	H=0.127 (4.25) WS=0.064 (4.07)	-----
b) Con diferencias No state effect	0.289 (2.90)	0.898 (17.64)	H=-0.007 (0.13) WS=-0.002 (0.07)	-----
Random state effect	0.303 (3.02)	0.919 (17.53)	H= -0.024 (0.39) WS=-0.012 (0.47)	-----
Fixed state effect *	0.348 (3.30)	0.985 (16.34)	H=-0.058 (0.77) WS=-0.039 (1.07)	-----
H: Hihgways WS= Water System				

Cuadro 4: Estimaciones de los parámetros de la Teoría del Potencial de Desarrollo Regional.

FACTOR PRODUCTIVO	VARIABLE	PARÁMETRO ESTIMADO	SIGNIFICATIVIDAD
ESTRUCTURA SECTORIAL	GVAISGVA	-0.32	t=1.92 (10%)
		-0.315	t=1.87 (10%)
		-0.0107	t= 0.64 (No sig)
		-0.048	t=0.73 (No sig)
	EMISPOP	-0.15	t=1.23 (No sig)
		0.13	t=1.53 (No sig)
		0.0604	t=1.56 (No sig)
		0.04020	t=1.78 (10%)
	EMISEMTOT	0.14	t=0.76 (No sig)
		0.036	t=1.20 (No sig)
		0.02	t=1.06 (No sig)
		0.01793	t=1.05 (No sig)
	GVASERGVA	-0.010	t=0.04 (No sig)
		-0.019	t=0.02 (No sig)
-0.0077		t=0.048 (No sig)	
AGLOMERACIÓN	EMISSPACE	0.16	t=1.87 (10%)
		0.17	t=1.93 (10%)
		0.162	t=1.84 (10%)
		0.16	t=4.52 (5%)
		0.128	t=5.2 (5%)
	POPSPACE	0.00088	t=6 (1%)
		0.00099	t=6.4 (1%)
		0.00090	t=6.31(1%)
		0.377	t=6.1 (1%)
		0.16	t=5.7 (1%)
	EMTOTSPACE		
		-0.01012	t=0.96 (No sig)
		-0.00365	t=0.72 (No sig)
		0.0067	t=0.57 (No sig)

Cuadro 12<sup>41</sup>: Fondos estructurales europeos <sup>42</sup> recibidos por las regiones españolas. 1991, 1992 y 1993. En millones de pesetas.

<b>Regió</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>
Andalucía	106865	107232	75960
Aragón	14252	14280	16947
Asturias	35653	15335	11807
Baleares	2840	2474	4151
Canarias	30195	33813	27381
Cantabria	4791	3286	7049
Cast-La Mancha	42080	43696	15545
Cast-Lleón	54533	44235	45572
Cataluña	33914	38713	35380
Extremadura	28933	21932	38994
Galicia	30041	53287	50931
Madrid	19478	11387	17673
Murcia	16199	11062	8807
Navarra	3374	4882	6289
Pais Vasco	15931	20035	33070
La Rioja	2167	2194	2202
C.Valenciana	38684	41180	30412
<b>Total</b>	<b>478930</b>	<b>469023</b>	<b>428270</b>

<sup>41</sup> Fuente: Sala-i-Martín (1997).<sup>42</sup> Excluido el fondo de garantía FEOGA.

## 8.- Bibliografía.

Anwar, M.S., S. Davies, i R.K. Sampath (1996) "Causality between government expenditures and economic growth: an examination using cointegration techniques". *Public Finance*, vol 51(2).

Arellano, M. i O. Bover (1990) "La econometría de datos de panel", *Investigaciones Económicas*, vol XIV, nº1, 3-45.

Argimón, I. Et al. (1994) "Productividad e infraestructuras en la economía española", *Moneda y crédito*, 198, 207-241

Arrow, M.J. i Kurz, M (1970) "Public Investment, the rate of return, and optimal fiscal policy", *Resources for the Future*, Baltimore: The John Hopkins Press.

Aschauer, D.A. (1989) "Is public expenditure productive?", *Journal of Monetary Economics*, 23, 177-200.

Barro, R.J. i Sala-i-Martin, X. (1992) "Public finance in models of economic growth" *Review of Economic Studies*, 59, 645-661.

Bartina, R. (1998) "On the long run effects of public capital and disaggregated public capital on aggregate output". *International Tax and Public Finance*, 5, 263-281.

BBV (varis anys) "Renta nacional de España y su distribución provincial". Bilbao.

Biehl, D. (1986) "The contribution of infrastructure to regional development, final report document", *commission of the European Communities*, Luxembourg.

Crihfield, J. i M. Panggabean (1995) "Is public infrastructure productive? A metropolitan perspective using new capital stock estimates", *Regional Science and Urban Economics*, 25, 607-630.

Crowder, W.J. i D. Himarios (1997) "Balanced growth and public capital: an empirical analysis", *Applied Economics*, 29, 1045-1053.

Da Silva, J., R.W. Ellson i R.C. Martin (1987) "Public capital, regional output and development: some empirical evidence", *Journal of Regional Science*, 27, 491-436.

De la Fuente, A. (1996) "Infraestructuras y productividad. Un panorama de la evidencia empírica", *Información Comercial Española*, nº 757, 25-40.

De la Fuente, A. (1996) "On the source of convergence: a close look at the spanish regions", *Internacional Macroeconomics*, nº 1543

De la Fuente, A. i J. M. Da Rocha (1996) "Capital humano y crecimiento: Un panorama de la evidencia empírica y algunos resultados para la OCDE", *Moneda y Crédito*, 203, 43-84.

De la Fuente, A. i X. Vives (1994) "Education, infrastructure and regional inequalities: Evidence from Spain and implications for regional policy", UAB-IAE PT-278.94, Barcelona.

De Rus, G., C. Román i L. Trujillo (1995) "Significación de los indicadores de dotación de infraestructura de transporte y convergencia real", *Documentos de trabajo Fundación FIES*, nº 111.

- Eberts, R. (1986) "Estimating the contribution of urban public infrastructure to regional growth", *Federal Reserve Bank of Cleveland*, wp-8610.
- Fundación BBV (1995) "El stock de capital en la economía española". Bilbao.
- García-Milà, T. i T. McGuire (1992) "The contribution of publicly provided input to states' economies", *Regional Science and Urban Economics*, 22, 229-241.
- García-Milà, T., T. McGuire i R.H. Porter (1996) "The effect of public capital in state-level production functions reconsidered", *The Review of Economic and Statistics*, LXXVIII, 177-180.
- Gil, C., P. Pascual i M. Rapún (1998) "Capital público, productividad regional y efectos desbordamiento", *V encuentro de Economía Pública*, València.
- Gramlich, Edward H. (1994) "Infrastructure investment: A review essay", *Journal of Economic Literature*, 32, September, 1176-96.
- Greene, W.H. (1993) "Econometric analysis", Second edition. New York. Macmillan.
- Hansen, N. (1965) "Unbalanced growth and regional development", *Western Economic Journal*, 4, 3 -14.
- Herranz, A. (1998) "Infraestructuras y desarrollo en España", mimeo, Universitat de Barcelona.
- Grossman, H. J. i Lucas, R. F. (1974) "The macroeconomics effects of productive public expenditures", *The Manchester School of Economics and Social Studies*, vol.42, 162-170.
- Holtz-Eakin, D. (1994) "Public-sector capital and the productivity puzzle", *The Review of Economics and Statistics*, 76, 12-21.
- Holtz-Eakin, D. i A.E. Schwartz (1995) "Infrastructure in a structural model of economic growth", *Regional Science and Urban Economics*, 25, 131-151.
- Holtz-Eakin, D. i M. Lovely (1996) "Scale economies, returns to variety, and the productivity of public infrastructure", *Regional Science and Urban Economics*, 26, 105-123.
- INE (1992), "Contabilidad Nacional de España, Serie enlazada 1964-1991, Base 1986", *Instituto Nacional de Estadística*, Madrid.
- INE (1993) "Contabilidad Regional de España, Base 1986, Serie homogénea 1980-1989", *Instituto Nacional de Estadística*, Madrid.
- Lau, S.P. i Sin, C. (1997) "Public infrastructure and economic growth: time-series properties and evidence". *The Economic Record*, vol 73, nº 221, 125-135.
- Mas, M., J. Maudos, F. Pérez i E. Uriel (1993) "Competitividad, productividad industrial y dotaciones de capital público", *Papeles de Economía Española*, nº 56.
- Mas, M., J. Maudos, F. Pérez i E. Uriel (1994) "Capital público y productividad en las regiones españolas", *Moneda y Crédito*, nº 198, 163-193.
- Mas, M., J. Maudos, F. Pérez i E. Uriel (1995) "El stock de capital en España y sus Comunidades Autónomas", *Fundación BBV*, Madrid.

McCoskey, S. i T. M. Selden (1998) "Health care expenditures and GDP: panel data unit root test results", *Journal of Health Economics*, 17, 369-376.

Moreno, R., M. Artís, E. López-Bazo i J. Suriñach (1997) "The complex link between infrastructure and regional growth", *Documents de treball de la divisió de ciències jurídiques, econòmiques i socials. Col.lecció d'economia*. Núm E97/19.

Munnell, A. (1990) "How does public infrastructure affect regional economic performance?", *New England Economic Review*. Federal Reserve Bank of Boston. Enero-febrero, 3-22.

Novalés, A. (1993) "Econometría", Segunda Edición. McGrawHill.

Sala-i-Martin, X. (1994) "Apuntes de crecimiento económico". Antoni Bosch Editor. Barcelona.

Sala-i-Martin, X. (1997) "És bó que el govern inverteixi "sempre" a les regions menys desenvolupades?". *Nota d'economia. Monografies*, 57, 123-157.

Ventura, E. (1992) "la inversión pública y el desarrollo regional: el período 1982-1986", *Hacienda Pública Española*, 122 (3), 143-160.