

**INFRAESTRUCTURAS, EXTERNALIDADES
Y CRECIMIENTO REGIONAL:
ALGUNAS APORTACIONES PARA EL CASO ESPAÑOL**

Rosina Moreno Serrano

Tesis dirigida por el Dr. Manuel
Artís Ortuño en el marco
del programa de doctorado
“Economía i Territori” de la
Universidad de Barcelona.

Departamento de Econometría,
Estadística y Economía Española.

Barcelona, Septiembre de 1998.

B.U.B. Secció d'Econòmiques
Diagonal, 690, 08034 Barcelona
Tel. 402 19 66

PARTE III

CAPÍTULO 6

INFRAESTRUCTURAS Y COSTES EN LA INDUSTRIA ESPAÑOLA

“An important assumption that underlies most cost function applications is that all inputs are in static equilibrium. In many instances, however, the assumption of full static equilibrium is suspect and hence so are the empirical results”

Brown y Christensen (1981)

6.1 INTRODUCCIÓN

La función de producción, principalmente la Cobb-Douglas, ha sido la metodología más utilizada en los trabajos que cuantifican los efectos de las infraestructuras, permitiendo la estimación de las productividades marginales de los diferentes inputs. Sin embargo, esta metodología asume una serie de restricciones sobre el comportamiento de las firmas a la vez que se le han achacado problemas como la endogeneidad de las variables y, por tanto, hasta qué punto la función de producción sufre de un problema de simultaneidad que haría que las estimaciones MCO fueran sesgadas e inconsistentes. Estos problemas no aparecen cuando se utiliza la teoría de la dualidad ya que las ecuaciones de demanda de los inputs se derivan directamente de la función de costes y pueden ser incorporadas directamente en el análisis de regresión. En el marco dual, los inputs de producción no son ya exógenos al nivel de output. Por el contrario, los precios de los inputs y el nivel de output son exógenos al problema de minimización del coste de producir dicho output. Una de las características más útiles de la aproximación basada en una función de costes es la representación de respuestas de comportamiento así como de relaciones tecnológicas, siempre que se asuma que la hipótesis de minimización de costes es plausible. Además, un análisis basado en los costes facilita la exploración explícita de la eficiencia de las empresas, siendo posible determinar los efectos de las infraestructuras públicas a través de medidas de la tasa de rendimiento especificadas en términos de los ahorros en los costes dados unos niveles de producción.

En el presente capítulo se desarrolla un marco teórico que tiene como objetivo incorporar el capital público en infraestructuras en una función de costes a través de la aproximación dual. En este marco se intenta cuantificar y desmenuzar los efectos de las infraestructuras en los resultados de las empresas de producción industrial, permitiendo un mejor entendimiento del vínculo entre los inputs provistos públicamente y la naturaleza del proceso de producción industrial. El presente trabajo no es pionero en la utilización de la función de costes en el estudio del impacto de las infraestructuras. En el Capítulo 2 ya se han destacado los principales trabajos que han usado la teoría de la dualidad. Sin embargo, sí que se tienen en cuenta una serie de aspectos que no se han considerado hasta el momento.

En primer lugar, a la hora de analizar el efecto del capital público a través del uso de la teoría de la dualidad, muchos autores toman como cierta la hipótesis de que todos los factores de producción se encuentran en sus niveles de equilibrio estático. En este escenario, todos los factores de producción se estarían ajustando sin ningún coste, de forma que la firma puede determinar instantáneamente sus demandas óptimas de factores. Por el contrario, parece sensato pensar en la existencia de costes de ajuste que no se encuentran bajo el control de las empresas, que impiden que las cantidades de inputs se ajusten instantáneamente a sus niveles de equilibrio. En este caso las empresas se encuentran en continuo equilibrio dinámico. Sin embargo, la situación más normal es que las empresas se encuentren en equilibrio estático respecto a un subgrupo de inputs condicionado a los niveles observados y fijos del resto de inputs, conociéndose a dicha situación como equilibrio estático parcial. Los inputs que están en equilibrio estático parcial son los llamados inputs variables y el resto de inputs son los conocidos como inputs cuasi-fijos. En el presente capítulo, en lugar de asumir estas ideas a priori, se va a usar el test desarrollado por Schankerman y Nadiri (1986) para contrastar la posible divergencia de ciertos inputs privados de sus niveles de equilibrio estático. De esta forma se escogerá el modelo de la función de costes que más se ajuste a las características de las empresas manufactureras españolas.

En segundo lugar, si resultan existir factores cuasi-fijos, vamos a considerar el efecto de las infraestructuras de una doble manera: a través de un canal directo y de otro indirecto. En el primer caso, las infraestructuras estarían afectando a los costes y la demanda de inputs variables en el corto plazo. En el segundo caso, el capital en infraestructuras afectaría a los costes y la demanda de inputs variables a través de un canal indirecto que proviene de los cambios en las intensidades de los factores cuasi-fijos. Es decir, en un primer momento, denominado corto plazo, las infraestructuras supondrían cambios en los costes y en los inputs variables para una cantidad dada de los factores cuasi-fijos. Sin embargo, en el largo plazo las infraestructuras harían variar las dotaciones óptimas de inputs cuasi-fijos, que a su vez supondrían cambios en los costes y en las demandas de los factores variables, que deberían sumarse al efecto directo del capital público. En este sentido, en el presente trabajo se derivan las elasticidades que permiten evaluar el impacto de las infraestructuras sobre las decisiones de inversión privada. Es lo que podríamos calificar como *efecto localización* de las infraestructuras. Y, al añadir al efecto directo (o de corto plazo) que el capital público tiene

sobre los costes, la influencia que sobre los mismos tienen las infraestructuras, a través del ajuste en las cantidades de capital privado, nos es posible derivar un conjunto de efectos que podríamos calificar de largo plazo. Los anteriores trabajos que han considerado las funciones de costes para el análisis de los efectos del capital público sólo consideran el efecto directo de las infraestructuras con las excepciones de Morrison y Schwartz (1996a) que consideran un efecto indirecto a través de ajustes en el output y Boscá *et al.* (1998) que basan su enfoque teórico en los trabajos de Morrison y Schwartz. En el artículo de Morrison y Schwartz (1996b) se considera también cómo el capital público puede hacer variar el precio sombra del capital privado (input que las autoras consideran como cuasi-fijo) pero no tienen en cuenta dicho efecto en el cálculo de un posible impacto a largo plazo de las infraestructuras. En los únicos trabajos en que se ha considerado una idea similar a la aquí referida se sitúan en el campo del estudio de los efectos de los *spillovers* tecnológicos en la estructura de costes de las industrias. Así, en los trabajos de Nadiri y Kim (1996) y Bernstein y Yan (1997) se estiman los efectos de los *spillovers* tecnológicos en el largo plazo a través de alteraciones en las intensidades de los factores cuasi-fijos. Sin embargo, por lo que sabemos, dicha idea no ha sido trasladada al estudio de los efectos de las infraestructuras.

De esta forma se ofrece un nuevo enfoque en el estudio del impacto de las inversiones en infraestructuras. Las mejoras en las dotaciones de capital público pueden tener dos efectos. Por una parte, aumentan la rentabilidad del proceso productivo en las firmas ya existentes y, en consecuencia, hacen más atractiva la localización de nuevas actividades en el área. Para llevar a cabo tal estudio se define un efecto en el corto plazo que están experimentando las firmas que están produciendo, gracias a la reducción de costes en los inputs variables como consecuencia de un nuevo stock de capital público. Pero además se define un efecto en el largo plazo por el que esta mayor rentabilidad atrae nuevas inversiones en capital privado, que hacen aumentar el tamaño de las plantas de las firmas existentes o hacen que nuevas empresas entren en la economía. Estas ideas se encuentran en la misma línea teórica que la propuesta por Martin y Rogers (1995) y Ciccone y Hall (1996).

En último término, los modelos empíricos que estudian los impactos de las infraestructuras en el crecimiento presentan el problema de un elevado grado de multicolinealidad. Tal como se muestra en Chunrong y Cassou (1997) esto puede causar conclusiones erróneas en la

significación y el tamaño del efecto. El problema se hace más importante cuando se aplica la teoría de la dualidad dado que se utilizan funciones muy generales (como la translogarítmica) que incluyen un elevado número de parámetros. Para evitar tal problema, en el presente capítulo se aumenta la variabilidad transversal de los datos descendiendo a un nivel regional y sectorial simultáneamente, además de mantener la variabilidad temporal. De esta manera, además de incrementar la variabilidad se podrán obtener conclusiones más concretas sobre la diferenciación de los efectos del capital público en los distintos sectores económicos y regiones. Seitz y Licht (1995) comentan que los resultados que ellos obtienen de la estimación de una función de costes en el caso regional alemán pudieran estar afectados por las grandes diferencias existentes en la estructura sectorial de la industria manufacturera en los estados federales alemanes. En el presente capítulo se tendrán en cuenta estas cuestiones mediante la consideración de datos con una desagregación tanto regional como sectorial. Concretamente, la aplicación empírica se realizará para diversos sectores industriales en la década de los ochenta para el caso regional español.

6.2 MARCO TEÓRICO: MODELO DE COMPORTAMIENTO DE LAS EMPRESAS Y LAS INFRAESTRUCTURAS

6.2.1 Teoría de la dualidad. Las funciones de costes

En los capítulos anteriores se ha analizado el impacto de las infraestructuras en el crecimiento económico a través de la estimación de la función de producción. La aproximación alternativa que se va a utilizar en este capítulo se basa en la utilización de funciones de costes basadas en la teoría de la dualidad. En concreto, la teoría dual asume que el problema de minimización al que se enfrenta toda firma consiste en elegir los inputs de forma que se minimicen los costes de producción, dados unos precios de los inputs, el nivel de output y la forma de la función de producción. La solución a tal problema de minimización nos lleva a una función de costes que es dual a una función de producción.

Un tema importante en la implementación econométrica de las funciones de costes en relación a la función de producción es que difieren en las hipótesis que conciernen a la

exogeneidad. En las ecuaciones de regresión de una función de producción el output es endógeno y las cantidades de inputs son exógenos. Por el contrario, en las funciones de costes duales, los costes de producción y las cantidades de los inputs son endógenos mientras que los precios de los inputs y el nivel de output son exógenos. Parece más plausible pensar que los precios de los inputs y el output pueden asumirse como exógenos en una firma, mientras que las cantidades de los inputs pueden ser endógenos en función de los precios que les vienen dados en los mercados de los distintos factores.

Según Chambers (1988) la esencia de la teoría de la dualidad se encuentra en la idea de que la tecnología restringe el comportamiento optimizador de los individuos, de forma que, dado que la tecnología condiciona la respuesta de los productores a las situaciones de mercado, examinando dichas respuestas condicionadas se está en disposición de poder decir algo de la tecnología. De este modo, la función de costes (aproximación dual) proporciona el marco adecuado para la investigación de la tecnología de producción (aproximación primal).

La función de costes es una representación matemática del problema minimizador de costes al que se enfrentan las firmas. En este marco se va a introducir el capital público a fin de tener en cuenta el efecto que tiene dicho factor externo en los costes de producción de las industrias.

Consideremos una función de producción, donde Y es el output y X_i ($i=1, \dots, r$) el input i :

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_r) \quad (6.1)$$

Una función de costes C dual a la función de producción f se define como (Chambers, 1988):

$$C(P_i, \bar{Y}) = \sum_i P_i \cdot X_i = f(P_1, \dots, P_r, \bar{Y}) \quad (6.2)$$

donde P_i es un vector de precios de los inputs (estrictamente positivos) siendo i cada uno de los factores, de tal forma que la función de costes es el mínimo coste de producir una determinada cantidad de output (\bar{Y}). Asumimos, por tanto, que la firma está restringida a un

vector de precios de los inputs, P_1, \dots, P_r , de forma que el problema de minimización al que se enfrenta la misma consiste en decidir la cantidad de inputs que minimizan el coste para producir un nivel de output dado, \bar{Y} . En todas las expresiones que siguen, cuando nos referimos a la cantidad de output, nos estamos refiriendo al nivel de output dado, \bar{Y} , aunque no se especifique como tal.

El grupo de funciones de demanda de los inputs privados que minimizan los costes se obtienen como:

$$X_i = f_i(P_1, \dots, P_r, Y) \quad (6.3)$$

Siendo X_i^* la cantidad óptima del factor i , el nivel de coste óptimo, es decir, la solución al problema de minimización nos lleva a una función de costes que es dual a la función de producción, siendo dependiente de los precios de los inputs y del output:¹

$$C^*(P_i, Y) = \sum_i P_i \cdot X_i^* = f(P_1, \dots, P_r, Y) \quad (6.4)$$

Todas las características económicamente relevantes de la función de producción deben cumplirse en una función de costes, de forma que las derivaciones económicas de toda aproximación dual sean consistentes con su contrapartida en la aproximación primal. De este modo, toda función de costes debe cumplir, en concreto, cinco condiciones de regularidad:

1. $C(P_i, Y) \geq 0$ para $P_i \geq 0$ y $Y > 0$. La función de costes es una función real definida positiva y finita. Los costes deben ser no negativos para unos precios no negativos y un output positivo. Es la condición de no-negatividad.
2. $C(P_i, Y) \geq C(P_0, Y)$ para $P_i \geq P_0$. Los costes son relativamente mayores para los factores de producción que tienen precios mayores. Esta propiedad se deriva del hecho de que la función de costes representa los costes mínimos de producción de

¹ En Berndt (1991) se ofrece una explicación detallada sobre la obtención de las funciones de costes a partir de las funciones de producción.

un nivel dado de los precios de los factores y un output fijo. Por tanto, el coste mínimo debe aumentar para cada nivel de output cuando los precios de los factores aumentan.

3. $C(k \cdot P_i, Y) = k \cdot C(P_i, Y)$ para $t > 0$. La función de costes es homogénea de grado uno en P_i . Por tanto, si duplicamos todos los precios, los costes también se duplican.
4. $\partial C(P_i, Y) / \partial P_i$ es homogénea de grado cero en P_i , es decir, la función de costes es no decreciente en P_i . El significado de esta propiedad se resume en que las ecuaciones de demanda condicional de los factores son homogéneas de grado cero en los precios, es decir, si se cambian todos los precios de los factores en una proporción constante, no se cambiarán las cantidades demandadas de los inputs, dado un nivel de output.
5. $C(P_i, Y)$ es una función cóncava y continua en P_i (matriz de derivadas segundas semidefinida negativa). De esta forma se asegura que estamos minimizando el coste en lugar de maximizándolo.

A la hora de tratar la posible diferenciabilidad de la función de costes respecto los precios de los factores, surge el *Lema de Shephard* (Shephard, 1953) que puede entenderse como otra propiedad más de este tipo de funciones. Según dicho lema, si la función de costes es diferenciable en P_i , existe un único vector de demandas de los factores minimizador de los costes que es idéntico al gradiente de $C(P_i, Y)$ en P_i . Es decir, si $z_i(P_i, Y)$ es la demanda del factor i minimizadora del coste, entonces $z_i(P_i, Y) = \partial C(P_i, Y) / \partial P_i$. Diewert (1971, 1973) es uno de los primeros autores que muestra cómo el teorema de Shephard puede utilizarse para obtener un sistema de demanda de inputs que sea lineal en los parámetros tecnológicos. Empleando dicho teorema se evita la resolución de un problema de programación restringida que puede resultar dificultoso. El teorema establece que tanto la función de producción como la de costes describen el conjunto de posibilidades de producción, permitiendo una alternativa a las técnicas lagrangianas. De esta forma, tan sólo es necesario postular una forma funcional para la función de costes y obtener las funciones de demanda de los inputs mediante la diferenciación parcial de la función de costes respecto al precio de los factores.

¿De dónde se deriva el Lema de Shephard? Como se ha mostrado en líneas anteriores, los niveles de factores que minimizan los costes de producción dependen de los precios de los factores y de la cantidad de output. Si X_i^* es el nivel del factor i que minimiza el coste, la función de costes estaría dada por la ecuación siguiente:

$$C^* = \sum_i P_i X_i^* \quad (6.5)$$

Si diferenciamos X_i^* respecto a los precios de los factores, se tiene:

$$\frac{\partial C^*}{\partial P_i} = \sum_i P_i \frac{\partial X_i^*}{\partial P_i} + X_i^* \quad (6.6)$$

Para que se cumpla el lema de Shephard, el primer término en el lado derecho de (6.6) debe ser cero. Para demostrar que tal término es cero, se analiza el lagrangiano del problema de minimización de costes restringido:

$$L = \sum_i P_i X_i + \lambda \cdot F(Y, X_1, \dots, X_r) \quad (6.7)$$

cuyas condiciones de primer orden cumplen que:

$$P_i + \lambda \cdot \frac{\partial F}{\partial X_i} = 0 \quad \text{para } i = 1, \dots, r \quad (6.8)$$

Sustituyendo (6.8) en (6.6) para P_i se obtiene:

$$\frac{\partial C^*}{\partial P_i} = -\lambda \cdot \sum_i \frac{\partial F}{\partial X_i} \frac{\partial X_i^*}{\partial P_i} + X_i^* \quad (6.9)$$

Si se considera ahora la función de producción restringida evaluada en los niveles de factores que minimizan el coste:

$$F(Y, X_1^*, \dots, X_r^*) = 0 \quad (6.10)$$

La diferenciación parcial de (6.10) con respecto a P_i nos da:

$$\frac{\partial F}{\partial P_i} = 0 = \sum_i \frac{\partial F}{\partial X_i^*} \frac{\partial X_i^*}{\partial P_i} \quad (6.11)$$

Substituyendo (6.11) en (6.9):

$$\frac{\partial C^*}{\partial P_i} = -\lambda \cdot 0 + X_i^* = X_i^* \quad (6.12)$$

Quedando demostrado, por tanto, el Lema de Shephard.

Según Diewert (1971) el teorema de la dualidad de Shephard tiene un doble significado:

- Por una parte, si una función de costes satisface determinadas condiciones de regularidad puede decirse que la misma puede interpretarse como una función de costes total de una función de producción subyacente, aunque no seamos capaces de expresar la función de producción de forma clara.
- En segundo lugar, al estimar económicamente los parámetros de la función de costes se realiza una operación equivalente a la estimación de los parámetros que describen el conjunto de posibilidades de producción.

Las funciones de costes han sido ampliamente consideradas para analizar las elasticidades de sustitución entre inputs productivos. En el presente trabajo, sin embargo, se pretende utilizar la función de costes a fin de obtener elasticidades relacionadas con el capital público. Así, tal y como se ha considerado en la segunda parte del presente trabajo, la función de producción puede ampliarse con el stock de capital público en infraestructuras como un factor de producción más por el cual las empresas no pagan ningún precio directo, diferencia

fundamental entre capital público y el resto de factores productivos. Este aspecto diferenciador debe ser tenido en cuenta a la hora de obtener la función de costes correspondiente. De este modo, el stock de infraestructuras (Kg) entra en la función de costes como un input fijo sobre el cual las firmas tienen un nulo control o poder de influencia:²

$$C^*(P_i, Y, Kg) = f(P_1, \dots, P_r, Y, Kg) \quad (6.13)$$

Esta función de costes permite la combinación de economías de escala internas en el proceso de producción debidas a los inputs privados y las economías de escala externas, si es que existen, proporcionadas por el capital público. Es decir, las economías de escala en la función de costes se dan ahora incluyendo este nuevo argumento, de manera que la forma de la curva de costes, tanto totales como medios, podría verse influida por la provisión pública de infraestructuras. Así, ante incrementos o mejoras del stock de capital público, las firmas ajustarán sus decisiones sobre las cantidades de los inputs privados usadas en el proceso productivo, según la relación de complementariedad o sustituibilidad que mantengan cada uno de ellos con el capital público.

A partir de la función de costes que incluye la variable capital público es posible obtener todas las características económicamente relevantes de la función de producción subyacente a la vez que se pueden obtener elasticidades que nos permiten responder a preguntas del estilo "¿cómo varía la cantidad utilizada del input i si su precio (o el de otros inputs) aumenta?" y "¿qué le sucede al coste y a la cantidad utilizada de inputs si el output aumenta?". Así, las elasticidades de los costes respecto a todos los inputs, incluyendo el capital público pueden calcularse como:

$$\varepsilon_{Cj} = \frac{\partial \ln C^*}{\partial \ln j} = \frac{\partial C^*}{\partial j} \frac{j}{C^*} \quad j = P_1, \dots, P_r, Y, Kg \quad (6.14)$$

² Cabría argumentar que las empresas sí pueden influir sobre la cantidad de capital público de una zona a través del proceso de "votar con los pies", por ejemplo. Sin embargo, en el presente trabajo se va a considerar que esta influencia no es importante.

Asimismo, el vínculo entre la aproximación de la función de producción y la aproximación de la función de costes en la que se introduce el capital público se puede establecer a través del problema de minimización de costes y resolviendo el Lagrangiano:

$$L = \sum_i P_i X_i + \lambda \cdot [Y - F(X_r, K_g)] \quad (6.15)$$

En el óptimo λ iguala el coste marginal, $\partial C^*/\partial Y$. Diferenciando con respecto al capital público se obtiene:

$$-S_{kg} = \frac{\partial L}{\partial K_g} = -\lambda \cdot \frac{\partial F}{\partial K_g} = \frac{\partial C^*}{\partial Y} \frac{\partial F}{\partial K_g} \quad (6.16)$$

siendo $S_{kg} = \frac{\partial C}{\partial K_g}$ el precio sombra de las infraestructuras, como se verá posteriormente. Por tanto, se cumple la siguiente propiedad:

$$\frac{\partial F(X_i, K_g)}{\partial K_g} \frac{K_g}{Y} = \frac{S_{kg}}{\frac{\partial C^*}{\partial Y}} \frac{K_g}{Y} \quad (6.17)$$

Esta última relación nos ofrece un vínculo entre la aproximación primal y la dual, y puede usarse para comparar resultados derivados de estas dos aproximaciones.

6.2.2 El equilibrio en la dotación de factores. Funciones de costes en el corto y largo plazo

En el marco teórico que se ha expuesto en el apartado anterior se está asumiendo que todos los factores de producción pueden ajustarse sin costes, de forma que las firmas pueden determinar instantáneamente las demandas óptimas de factores o demandas en el largo plazo. Es la hipótesis de equilibrio estático de los factores de producción. Sin embargo, existen razones para pensar que tal mecanismo de ajuste no se cumple en el caso de algunos de los

factores de producción. Pueden existir costes de inversión y desinversión, controles en los precios y regulaciones, racionamiento del crédito y restricciones institucionales que se encuentran más allá del control de la firma individual en el corto plazo, por lo que a menudo no resulta factible conseguir los niveles óptimos de algunos factores de producción. En este caso, las empresas se encuentran en equilibrio estático respecto a un subgrupo de inputs (no necesariamente todos) condicionados a los niveles observados del resto de inputs. A tal escenario se le conoce como equilibrio estático parcial. Los inputs que se encuentran en equilibrio estático parcial se denominan inputs variables y los restantes son los inputs cuasi-fijos.

Partiendo de estas ideas, vamos a adoptar un marco que distingue entre los inputs privados variables y los inputs cuasi-fijos, donde estos últimos se ajustan sólo de forma parcial a sus niveles de equilibrio en cada período temporal. Esto nos permite diferenciar las funciones de costes totales, correspondientes a la situación de equilibrio estático, y las funciones de costes variables, referidas a una situación de equilibrio estático parcial.

En las primeras, la presencia de algunos inputs fijos en cantidades diferentes a las de equilibrio implica que existen costes de ajuste asociados con los cambios en los mismos, por lo que dichos factores pasan a considerarse como inputs cuasi-fijos que entran en la función de costes variables no a través de sus precios sino con sus cantidades. Siendo Z_i el subgrupo de los factores X_i que no se encuentran en equilibrio, la función de costes variables presenta la siguiente expresión:

$$CV = CV(P_1, \dots, P_l, Y, Z_1, \dots, Z_m) \quad (6.18)$$

donde $CV = \sum_{i=1}^l P_i X_i$ y $l+m=n$, siendo n el número total de factores. En dicha ecuación, el objetivo de la firma es minimizar el coste de los factores variables condicionada a un stock dado de factores cuasi-fijos (Z_i).

Por el contrario, en una función de costes totales todos los inputs se encuentran en sus valores de equilibrio en cada período, por lo que se consigue la dotación de los factores necesaria para minimizar los costes dado un nivel de output determinado:

$$CT = CV + \sum_i P_{Z_i} Z_i^* = CT(P_1, \dots, P_n, Y) \quad (6.19)$$

donde Z^* son los valores de equilibrio de los factores cuasi-fijos.

A menudo se hace referencia al equilibrio estático completo y al equilibrio estático parcial como equilibrio en el largo y en el corto plazo, respectivamente. En tal caso se está asumiendo que todos los movimientos para pasar de una situación de equilibrio parcial a una de equilibrio completo requiere ajustes en los factores que tienen lugar con el paso del tiempo. En el presente trabajo ambas denominaciones van a ser usadas indistintamente, si bien se hará un mayor uso de la distinción entre corto y largo plazo. Así, en el corto plazo los costes incluyen costes fijos y variables mientras que en el largo plazo, todos los costes son considerados como variables ya que la firma puede ajustar las cantidades utilizadas de todos los factores a los niveles óptimos.

En concreto, haciendo uso de los conceptos de teoría económica, un factor es considerado fijo si su cantidad no varía durante el período de producción, mientras que en el caso de un factor variable sí que varía. De esta forma, los costes fijos no cambian en magnitud cuando el output del proceso productivo cambia y se incurre en ellos incluso si la producción no se está llevando a cabo. Así, se incurre en los costes ocasionados por la depreciación de la maquinaria y el equipo aun cuando se cierre temporalmente la fábrica. Estos costes son los mismos para todos los niveles de output. Es por ello que con frecuencia se les denomina costes indirectos o costes inevitables. En la Figura 6.1 están representados por la línea CF. Por el contrario, todos los costes que varían directamente con el nivel de producción son los costes variables, también conocidos como costes directos o evitables. La forma de la curva de costes variables (CV) depende de la forma de la función de producción. Generalmente se presenta como en la siguiente figura, en donde además se presenta la curva de costes totales (CT) como la suma de los costes variables y los fijos.

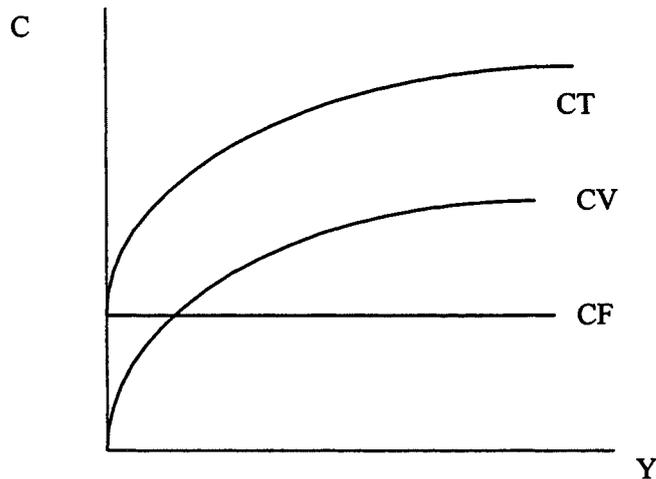


Figura 6.1 Curvas de coste para la función de producción clásica

Asimismo, una curva típica de coste medio total en la que se expresa el coste en función del output es la dada en la Figura 6.2. Cuando la firma es pequeña, la expansión del output generalmente aumenta la eficiencia y los costes medios por unidad de output caerán, entre otras razones, por la especialización del empleo y del capital y por la ganancia de economías de mercado tales como los descuentos en compras de consumos intermedios en grandes cantidades. En esta etapa en que la empresa disminuye sus costes medios se dice que la firma está experimentando economías de tamaño. Sin embargo, llegado cierto punto la curva de costes medios en el largo plazo aumentará a medida que crece el output como consecuencia de ineficiencias en la dirección, dificultad en el mantenimiento del control y problemas de coordinación. En este tramo de la curva la empresa está experimentando deseconomías de tamaño.

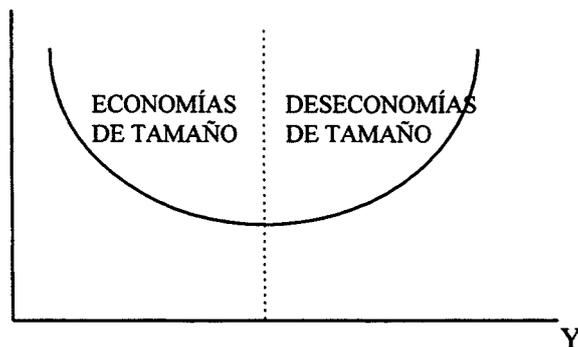


Figura 6.2 Curvas de coste medio en el largo plazo

No obstante, en la distinción entre costes fijos y variables ha de tenerse en cuenta el marco temporal considerado. Así, todos los inputs son variables en el largo plazo. Por ejemplo, el empresario puede cambiar la cantidad de capital de su firma en busca de un aumento de eficiencia en su producción. De hecho, la firma siempre se encuentra en una posición de corto plazo, pero buscando aumentos de eficiencia a través de ajustes en los llamados inputs fijos. Dada esta perspectiva, el largo plazo se denomina a menudo período de planificación, entendiéndose por planificación de la producción en el largo plazo, la enumeración y evaluación de todas las posibilidades de producción que el empresario tiene cuando posee la flexibilidad de considerar todas las cantidades y las combinaciones de factores, siempre utilizando las mejores tecnologías para cada nivel de output.

En el corto plazo, el empresario tiene una cantidad fija de inputs como el capital, por lo que la única manera en que puede expandir el output es a través de cambios en las cantidades utilizadas de inputs variables. Esta situación se representa en la Figura 6.3.

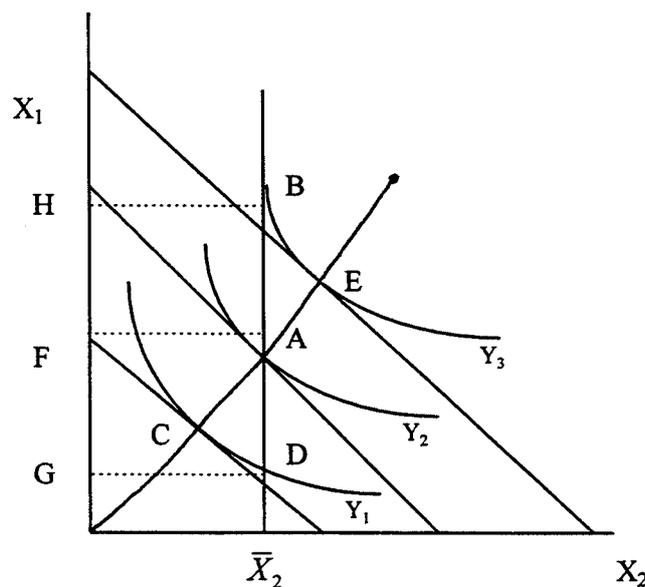


Figura 6.3 Trayectoria de expansión en el largo plazo

Para simplificar la presentación se consideran únicamente dos factores, X_1 y X_2 , con una serie de combinaciones de líneas isocostes y curvas isocuantas según el nivel de output. En el corto plazo X_1 es variable pero X_2 es fijo, mientras que en el largo plazo ambos factores son

variables. En dicha situación, la cantidad de capital y, por tanto, el tamaño de la planta es fija en el corto plazo, \bar{X}_2 . Esta empresa producirá una cantidad Y_2 al coste total medio mínimo en el caso de combinarse con una cantidad OF de X_1 , el input variable. Para producir cantidades de producto diferentes a Y_2 en el corto plazo se debe variar la cantidad usada de X_1 , y restringir, por tanto, la cantidad de input usada a las combinaciones representadas por la línea vertical sobre \bar{X}_2 . Los movimientos a lo largo de la línea DAB representan ajustes en el corto plazo.

Por tanto, para minimizar los costes de producción en el corto plazo la única posibilidad es la de encontrar las cantidades de factores variables que minimizan los costes, dadas unas cantidades de factores fijos y para cada nivel de producto. Sin embargo, en el largo plazo para cada tamaño de las empresas existe una correspondiente cantidad de todos los inputs que minimizan los costes. La trayectoria de expansión en el largo plazo pasa por los puntos tangenciales entre las líneas isocostes y las isocuantas. Para asegurar que el producto siempre se produce usando una combinación de costes mínimo en el largo plazo, la empresa se expandirá o contraerá moviéndose a lo largo de la trayectoria de expansión.

La combinación de inputs en el punto A representa la combinación de coste mínimo para producir Y_2 en el largo plazo, de la misma manera que las combinaciones representadas por el punto C para Y_1 y E para Y_3 . En consecuencia, los costes totales en el corto plazo a lo largo de la línea DAB serán mayores que los costes totales en el largo plazo a lo largo del segmento CAE en la trayectoria de expansión en el largo plazo. La excepción ocurriría en el punto A, en el cual los costes en el corto y el largo plazo serán iguales.

Esta idea se puede traducir en la curva de costes totales de la Figura 6.4. Los costes fijos de la cantidad OF están asociados con la cantidad fija del input X_2 , \bar{X}_2 . No existen costes fijos en el largo plazo, de forma que los costes totales en el corto plazo (CT^{CP}) aumentan con el output pero permanecen por encima de los costes totales en el largo plazo (CT^{LP}) hasta que se alcanza el punto Y_2 . En el punto A' las dos curvas de costes son tangentes y para niveles superiores a Y_2 la curva de CT^{CP} aumenta más rápidamente que CT^{LP} . Los costes de las

combinaciones de inputs C, D, E y B en la Figura 6.3 están representados por los puntos C', D', E' y B' en la Figura 6.4.

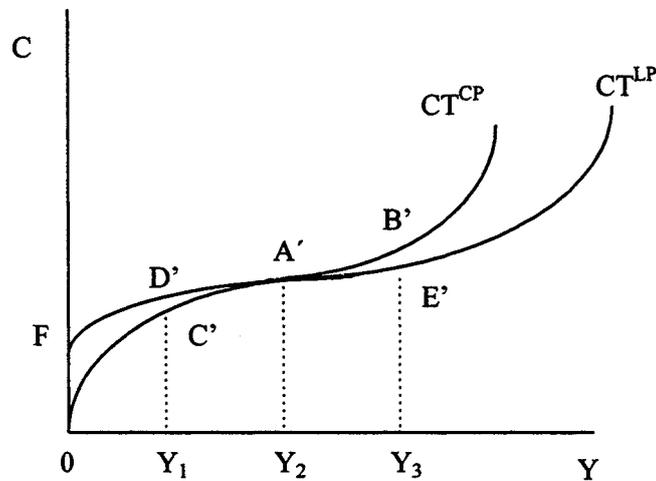


Figura 6.4 Relación entre la curva de costes en el corto y en el largo plazo

La Figura 6.5 ilustra la relación entre las curvas de costes en el largo y en el corto plazo. La parte superior muestra los costes totales (incluyendo los costes fijos) mientras que la parte inferior muestra los costes promedios asociados. Existe una sola curva del largo plazo en cada caso, mientras que existe un infinito número de curvas en el corto plazo (una para cada nivel del factor fijo, X_2), a pesar de que sólo se muestran dos de ellas.

La curva de costes totales en el largo plazo es una envolvente de las curvas de costes totales en el corto plazo. Esta relación envolvente puede explicarse de forma intuitiva tal y como sigue. Si se considera el coste de producir un nivel de output Y_1 , y X_2 está fijo en X_2^1 , entonces el coste de producir Y_1 vendría dado por el punto B. Sin embargo, en el largo plazo, X_2 puede ajustarse al nivel en el cual los costes se minimizan dado el output Y_1 . De la figura se desprende que el nivel de X_2 que minimiza el coste es aquél asociado con la tangente entre la curva de corto y de largo plazo. Este punto tangencial es el punto A para el output Y_1 , de forma que todos los costes asociados con niveles de X_2 diferentes a X_2^0 serán al menos tan altos como el A. Sin embargo, este punto tangencial no tiene que estar necesariamente en el punto mínimo de la curva media de corto plazo. En la parte superior de la figura, el nivel de

CT mínimo asociado con X_2^0 se da por la línea que es tangente a los $CT(Y|X_2^0)$. Este punto tangencial es el C, que corresponde al punto E en la parte inferior.

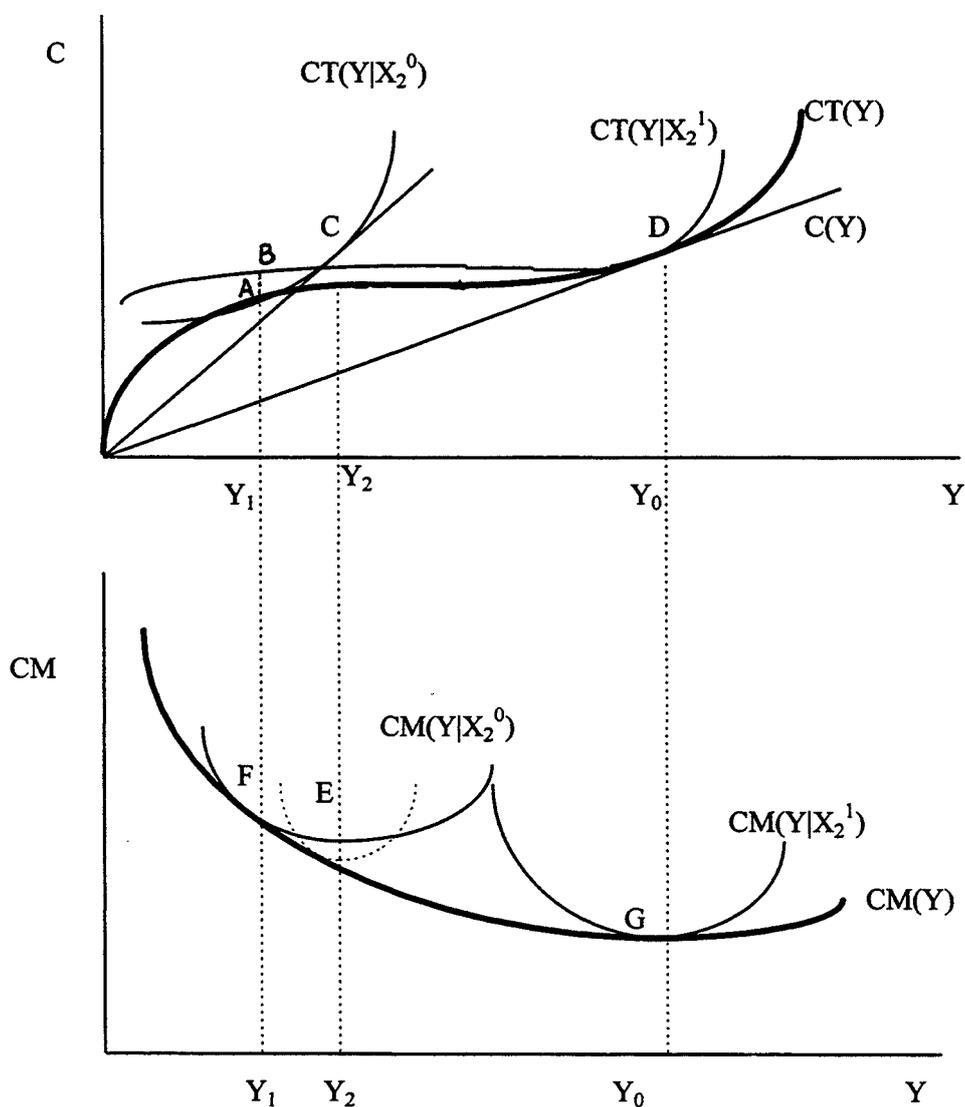


Figura 6.5 Relación entre las curvas de costes en el corto y largo plazo

Asimismo, en la Figura 6.5 se observan los costes medios para distintos tamaños de output, y por tanto, para distintos tamaños de plantas de producción. La curva de costes medios determina el mínimo coste medio para cada nivel de output ofreciendo, por tanto, el tamaño más eficiente para cada uno de ellos. Entre la planta que produce Y_1 y la planta que produce Y_0

existen otros muchos tamaños. La firma con tamaño Y_1 es la más eficiente en la producción del output correspondiente a F , mientras que otras plantas serán más eficientes que la de tamaño Y_1 para cantidades de output a la derecha de Y_1 . Así, para Y_2 podría existir una planta, la dibujada con línea discontinua, que produciría dicha cantidad de output al mínimo coste medio posible. La curva en el largo plazo (de color oscuro) es la curva envolvente que es tangente a cada curva de coste medio, en el output para el cual dicho tamaño de planta es más eficiente en el largo plazo, que no coincide con el output más eficiente en el corto plazo. La única excepción es el punto G , en el que el coste mínimo en el corto y largo plazo coinciden. Es importante recordar, no obstante, que la curva de costes en el largo plazo es una curva de planificación. Cuando una planta empieza a producir, la firma siempre opera en alguna de las curvas en el corto plazo.

La introducción de la variable capital público en las funciones de costes va a suponer, teóricamente, cambios en las curvas de costes a las que se enfrentan las industrias. Si partimos de la hipótesis de que una mayor dotación infraestructural en transportes y comunicaciones supone un aumento de la eficiencia con la que funcionan las empresas, las mismas serán capaces de producir una misma cantidad de output con unos menores costes, tanto medios como totales. Por tanto, las figuras que se han mostrado se verían alteradas. En concreto, en el corto plazo las firmas se moverán a lo largo de las curvas de costes gracias a que las firmas variarán las demandas de los diferentes inputs privados en función de la dotación de infraestructuras de que dispongan y sujetas a unas dotaciones concretas de los factores cuasi-fijos. En este traslado a lo largo de la curva de costes, la firma habrá pasado a un punto de mayor eficiencia en el corto plazo. Adicionalmente, en un plazo más largo las infraestructuras pueden influir en las decisiones de inversión de las empresas que, al ver reducidos sus costes, deciden aumentar el tamaño de las plantas que poseen o bien empresas que no poseían plantas en dicho área deciden ubicarse en las mismas dados los menores costes. De una manera u otra, se producen aumentos de output a unos costes menores. En tal caso, el factor considerado como cuasi-fijo en el corto plazo, por ejemplo el capital privado, deja de serlo y se mueve hacia su cantidad óptima. Siguiendo la idea de la Figura 6.5, nos encontraríamos en una situación en la que hay un traslado de la curva de costes hacia la derecha.

En concreto, la función de costes variables que vamos a utilizar en este capítulo tiene la siguiente expresión:

$$CV = CV(P_L, P_M, Y; \bar{K}_p, Kg) \quad (6.20)$$

donde se consideran dos inputs privados variables, el trabajo (L) y los consumos intermedios (M) que aparecen en la función de costes a través de sus precios, P_L y P_M respectivamente; un factor cuasi-fijo, el capital privado (K_p); el output (Y) y el capital público en infraestructuras (Kg).

La función de costes totales en el corto plazo será, por tanto, la suma de los costes variables y el coste del capital privado existente:

$$SC = CV + P_{Kp} \bar{K}_p \quad (6.21)$$

Las infraestructuras públicas son consideradas en este marco como un factor fijo impagado sobre el cual las firmas tienen poco o nulo control. De esta manera y tal como se ha comentado anteriormente, las firmas ajustarán sus decisiones sobre las cantidades de los diferentes inputs privados variables según la dotación de infraestructuras de que dispongan en cada momento y dada la cantidad existente del factor cuasi-fijo. Estos serán los efectos de las inversiones en infraestructuras en el corto plazo. Sin embargo, en un plazo más largo las empresas también decidirán la cantidad óptima de capital físico para las nuevas dotaciones de infraestructuras. Entonces, en el largo plazo, las inversiones en infraestructuras pueden tener un efecto adicional a través de las decisiones de localización del capital privado y la posible reducción de costes asociados a cambios en el capital privado.

Si se asume que los precios de los inputs son variables exógenas al productor y se aplica el Lema de Shephard es posible obtener el único vector de los diferentes inputs variables que permite minimizar los costes (demandas de inputs minimizadoras de costes):

$$X_i = \frac{\partial CV}{\partial P_i} = f(P_L, P_M, Y, \bar{K}_p, Kg) \quad (6.22)$$

Asimismo, se puede calcular el porcentaje que representa cada uno de los factores de producción en el coste total (Z_i):

$$Z_i = \frac{P_i \cdot X_i}{CV} = \frac{\partial \ln CV}{\partial \ln P_i} = \frac{\partial CV}{\partial P_i} \frac{P_i}{CV} \quad (6.23)$$

El sistema formado por la ecuaciones (6.20) y (6.23) constituye la solución a lo que puede definirse como el equilibrio en el corto plazo relativo a los factores variables, restringido a los valores fijos de Y , K_p y Kg .³ Es decir, las funciones precedentes y en consecuencia la solución en el corto plazo no son independientes de los factores cuasi-fijos. A partir de estas funciones se pueden obtener todas las elasticidades relacionadas con los efectos de los factores fijos y cuasi-fijos en el corto plazo.

Por otra parte, la demanda en el largo plazo de los factores cuasi-fijos (K_p^* en el caso que nos ocupa), se encuentra dada por las condiciones envolventes. Así, minimizando el coste total en el corto plazo para el K_p :

$$\begin{aligned} \frac{\partial SC}{\partial K_p} &= \frac{\partial CV}{\partial K_p} + P_{K_p} = 0 \\ -P_{K_p} &= \frac{\partial CV}{\partial K_p} \end{aligned} \quad (6.24)$$

Por tanto, la demanda de K_p depende de los precios de los inputs variables, las cantidades fijas de producto y de capital público y su propio precio. Siendo:

$$K_p^* = g(P_L, P_M, P_{K_p}, Y, Kg) \quad (6.25)$$

³ El uso de las funciones de demanda de los factores o el uso de las funciones del porcentaje que representan los mismos es igualmente correcto. Por tanto, de forma alternativa podríamos hablar del sistema formado por las ecuaciones (6.20) y (6.22).

la solución a (6.24), y sustituyendo (6.24) en (6.21) se obtiene la función de costes en el largo plazo:

$$\begin{aligned} C^* &= CV^*(P_L, P_M, \bar{Y}, g(P_L, P_M, P_{Kp}, \bar{Y}, Kg), Kg) + P_{Kp} \cdot g(P_L, P_M, P_{Kp}, \bar{Y}, Kg) \\ &= f^*(P_L, P_M, P_{Kp}, \bar{Y}, Kg) \end{aligned} \quad (6.26)$$

De esta manera, el sistema formado por las ecuaciones (6.20), (6.22) –o (6.23)—y (6.25) caracteriza el equilibrio en el largo plazo. De dicho sistema se pueden obtener las elasticidades en el largo plazo. Siguiendo las especificaciones dadas para el largo plazo se observa que el capital público afecta a los costes de dos maneras diferentes: a través de un canal directo afectando a los costes variables y a través de un canal indirecto por su efecto en el capital privado. Este último incluirá un efecto extra en los costes variables por medio de la complementariedad/sustituibilidad entre el capital privado y los inputs variables y el efecto directo del capital privado en los costes en el largo plazo. Estos efectos a través de cambios en el capital privado sólo se dan en el largo plazo, proporcionando la diferencia básica entre las elasticidades en el corto y en el largo plazo.

Por tanto, cuando se analiza el efecto del capital público a través de la teoría de la dualidad, se pueden hacer dos tipos de hipótesis. En primer lugar, se puede suponer que todos los factores privados de producción están en sus niveles de equilibrio en cada período de tiempo ya que pueden ajustarse instantáneamente y sin costes. En tal caso se usaría una función de costes fijos en la que todos los factores privados entrarían a través de sus precios. En segundo lugar, se puede argumentar que los ajustes en ciertos inputs privados no siempre están bajo el control de las firmas de forma que las mismas no pueden ajustarse de forma instantánea a sus niveles de equilibrio. En tal caso, se estimaría una función de costes en la que los inputs variables entran a través de sus precios y los inputs cuasi-fijos entran con sus cantidades.

A pesar de que en la mayoría de trabajos que usan la teoría de la dualidad la elección entre funciones de costes fijos y variables se realiza a priori, según la opinión del autor, en el presente trabajo se usa el test desarrollado por Schankerman y Nadiri (1986) para conocer la posible divergencia del capital privado de sus niveles de equilibrio estático. De esta manera,

se contrastan para el caso español las dos hipótesis previamente comentadas, de forma que según el resultado del test se estará en condiciones de utilizar la función de costes que más se adecúe a las características de la industria manufacturera española en los años ochenta. En el apartado 6.3.2, en el que se tratan los aspectos econométricos en la estimación de las funciones de costes, se ofrece una descripción detallada de dicho test.

6.2.3 Las infraestructuras y los costes industriales. Efectos a corto y largo plazo

Tal como se comentó en el Capítulo 2, existen diversos trabajos que han hecho uso de la teoría de la dualidad para estudiar el efecto de las infraestructuras en el sector privado. En ellos se cuantifican los beneficios monetarios que la industria privada obtiene de la provisión de infraestructuras mediante el cálculo de la reducción en los costes de producción asociados con la utilización de los servicios públicos. En Tabla 6.1 se ofrece un resumen de los principales estudios que utilizan esta aproximación para distintas economías occidentales.

Tabla 6.1 Estudios que estiman funciones de costes ampliadas con el capital público

ESTUDIO	TIPO DE FUNCIÓN	ÁMBITO DE APLICACIÓN
Berndt y Hansson (1992)	Generalizada de Leontief	EEUU, 1960-1988 (serie temporal)
Conrad y Seitz (1992)	Translog	Alemania, 1961-1988 (panel con 4 sectores)
Lynde y Richmond (1992)	Translog	EEUU, 1958-1989 (serie temporal)
Morrison y Schwartz (1992)	Translog	EEUU 1966-1990 (serie temporal)
Seitz (1993)	Generalizada de Leontief	Alemania, 1970-1989 (panel con 31 sectores)
Lynde y Richmond (1993b)	Translog	UK, 1966-1990 (serie temporal)
Conrad y Seitz (1994)	Translog	Alemania, 1961-1988 (panel con 3 sectores)
Nadiri y Mamuneas (1994)	Generalizada Cobb-Douglas	EEUU, 1956-1986 (panel con 12 sectores)
Seitz (1994)	Generalizada de Leontief	Alemania, 1970-1989 (panel con 31 sectores)
Dalamagas (1995)	Translog	Grecia, 1950-1992 (serie temporal)
Morrison y Schwartz (1996a)	Generalizada de Leontief	EEUU, 1970-1978 (6 estados de Nueva Inglaterra)
Sturm y Kuper (1996)	Translog	Holanda, 1953-1987 (panel con 5 sectores)
Sturm (1997)	Generalizada de McFadden	Holanda, 1952-1993 (serie temporal)

NOTA: Elaboración propia

En el caso concreto de la economía española, Avilés et al. (1997a, 1997b), Moreno (1997) y Boscá et al. (1998) han considerado esta aproximación obteniendo resultados no unánimes entre sí. Asimismo, mientras que los dos primeros obtienen los efectos de las infraestructuras sobre los costes y las relaciones de complementariedad o sustituibilidad entre inputs mediante la estimación de una función translog, el último, siguiendo la metodología aplicada en Morrison y Schwartz (1996a), obtiene también la contribución del capital público a las ganancias de productividad en las regiones españolas, estimando una función generalizada de Leontief, como en el trabajo de aquéllas.

En general, los trabajos que estudian los impactos del capital público a través de la aproximación dual obtienen únicamente el efecto directo del mismo sobre los costes pero, en el caso en el que uno de los principales objetivos de la política de dotación de infraestructuras sea favorecer la localización de la actividad y, por tanto, del capital privado en las áreas más necesitadas, ¿no debería considerarse el efecto indirecto que el mismo puede tener a través de las decisiones de localización del capital privado?. Dicho de otra forma, este tipo de análisis no debe considerar únicamente el efecto inmediato o directo del capital público sobre los costes a través de la variación en las cantidades utilizadas de inputs variables sino también los ajustes en dichos inputs motivados por las variaciones en las cantidades de capital privado, como respuesta a los cambios en la dotación de infraestructuras. Este último mecanismo constituye lo que podríamos calificar como *efecto localización* de las infraestructuras.

A partir de las funciones que se han descrito previamente es posible obtener toda una serie de elasticidades que conciernen tanto al capital público como privado y sus efectos sobre costes, producción, demanda de factores variables y rendimientos a escala. En la presente sección se describen y discuten dichas elasticidades.

En primer lugar se ofrecen las elasticidades referidas al impacto del capital público en el corto y largo plazo. En concreto, el cambio en el coste en el corto plazo debido a un aumento marginal del stock de infraestructuras se mide como:

$$\epsilon_{SCKg}^{SR} = \left. \frac{\partial SC}{\partial Kg} \frac{Kg}{SC} \right]_{Kp=\bar{K}p} = \left. \frac{\partial CV}{\partial Kg} \frac{Kg}{SC} \right]_{Kp=\bar{K}p} \quad (6.27)$$

donde el superíndice SR denota el corto plazo. Aunque no se especificará continuamente en el análisis, se ha de recordar que el output se supone fijo, de forma que las elasticidades se calculan considerando una cantidad fija de Y, (\bar{Y}).

Por tanto, si las empresas obtienen disminuciones de costes gracias al capital público, se puede pensar que estarían dispuestas a pagar por la provisión de las mismas hasta una cantidad igual al ahorro de costes que la mayor dotación de infraestructuras supone. De este modo, se puede construir una medida sobre la disponibilidad implícita de las industrias manufactureras a pagar por el capital público que existe en su economía. Es lo que se conoce como precio sombra de las infraestructuras:⁴

$$S_{Kg}^{SR} = \left. - \frac{\partial CV}{\partial Kg} \right]_{Kp=\bar{K}p} = \epsilon_{CV Kg}^{SR} \left(- \frac{CV}{Kg} \right) \quad (6.28)$$

El precio sombra se define, por tanto, como las reducciones en los costes variables resultado de un aumento de una unidad del factor fijo, en este caso las infraestructuras. Esta medida será positiva siempre que el capital público suponga beneficios en términos de relaciones de sustitución con los factores variables, es decir, siempre que las infraestructuras públicas representen cambios de eficiencia en términos de disminuciones en las cantidades utilizadas de inputs variables y, en consecuencia, en los costes. Así, siguiendo a Nadiri y Mamuneas (1994), se puede decir que las firmas ajustarán sus decisiones de producción en lo que atañe a sus propios factores según la relación entre ellos y el capital del sector público. Es lo que dichos autores denominan *el efecto sesgo de los factores* respecto al capital público, que

⁴ En este marco se está considerando que el capital público no es pagado por las empresas dado que se supone un input exógeno. Sin embargo, incluso aunque las empresas no hagan frente a unos pagos directos por acumulación de dicho input, sí que pagan por él indirectamente en forma de impuestos, por lo que se podría decir que existe un coste social en la consecución de una provisión adecuada de capital público. Desde esta perspectiva, el precio sombra que se obtendría en este modelo teórico estaría exagerando el impacto social de las infraestructuras públicas.

puede ser calculado como la elasticidad de las infraestructuras sobre la demanda condicional de los inputs variables en el corto plazo:

$$\varepsilon_{X_i K_g}^{SR} = - \left. \frac{\partial X_i}{\partial K_g} \frac{K_g}{X_i} \right]_{K_p = \bar{K}_p} \quad i = L, M \quad (6.29)$$

La relación entre el capital público y los factores variables puede ser de sustituibilidad o de complementariedad, es decir, el capital público puede ser ahorrador ($\varepsilon_{X_i K_g}^{SR} < 0$), consumidor ($\varepsilon_{X_i K_g}^{SR} > 0$) o neutral ($\varepsilon_{X_i K_g}^{SR} = 0$). Por tanto, tal como se ha dicho antes, un precio sombra positivo implicaría una relación sustitutiva neta entre el capital público y los inputs variables. Es decir, si existe un aumento del factor provisto públicamente y el mismo es sustitutivo (complementario) de los factores variables, el aumento de las infraestructuras disminuirán (aumentarán) los costes variables y, por tanto, el precio sombra será positivo (negativo). En concreto, basándonos en la función de costes variables y diferenciando respecto al capital público, se puede descomponer el efecto de ahorro en los costes, gracias al capital en infraestructuras, en los distintos efectos sobre las demandas de los factores variables considerados:

$$S_{K_g}^{SR} = - \left. \frac{\partial CV}{\partial K_g} \right]_{K_p = \bar{K}_p} = \sum_i - P_i \left. \frac{\partial X_i}{\partial K_g} \right]_{K_p = \bar{K}_p} \quad (6.30)$$

en donde se muestra como el precio sombra de las infraestructuras depende del valor de las relaciones entre capital público e inputs variables.

Además, estos aumentos en los stocks de capital público harán variar los resultados de la producción, pudiendo obtener una relación entre el enfoque dual y el primal. Así, el impacto de las infraestructuras sobre la producción en el corto plazo puede ser calculado a través de la elasticidad de las infraestructuras respecto al output gracias a la aplicación del teorema de la envolvente:

$$\varepsilon_{YK_g}^{SR} = \left. \frac{\partial Y}{\partial K_g} \frac{K_g}{Y} \right]_{K_p = \bar{K}_p} = \frac{S_{K_g}^{SR}}{\left. \frac{\partial C}{\partial Y} \right]_{K_p = \bar{K}_p}} \frac{K_g}{Y} \quad (6.31)$$

De la cual se puede obtener la magnitud de los rendimientos a escala como:

$$RTO^{SR} = \frac{1}{\varepsilon_{SCY}^{SR}} = \frac{1}{\left. \frac{\partial \ln SC}{\partial \ln Y} \right]_{K_p = \bar{K}_p}} \quad (6.32)$$

Finalmente, en caso de obtener que el capital privado no se encuentra en su nivel de equilibrio en el largo plazo, es decir, que es un input cuasi-fijo, se pueden obtener una serie de efectos para el capital privado de la misma forma que han sido calculados para el capital público. Se pueden calcular las elasticidades $\varepsilon_{SCK_p}^{SR}$, $\varepsilon_{XIK_p}^{SR}$ y $\varepsilon_{YK_p}^{SR}$ y el precio sombra, $S_{K_p}^{SR}$. No obstante, hay que señalar algunas cuestiones en comparación con las elasticidades referidas al capital público.

En primer lugar, si el capital privado se encontrase continuamente en su nivel de equilibrio óptimo, es decir su nivel de equilibrio estático, la elasticidad de los costes respecto al capital privado ($\varepsilon_{SCK_p}^{SR}$) sería igual a cero, indicando que no se estaría comportando como un factor cuasi-fijo. En el corto plazo dicha elasticidad será significativamente diferente de cero en clara indicación de que las empresas no son capaces de ajustar instantáneamente K_p a su nivel óptimo. En segundo lugar, si los factores cuasi-fijos se encuentran en sus valores de equilibrio estático, el precio sombra de los mismos será igual que su precio, es decir, el coste marginal iguala los ahorros marginales en los costes variables:

$$S_{K_p} = - \frac{\partial CV}{\partial K_p} = P_{K_p} \quad (6.33)$$

En caso de que el precio sombra del capital fuera mayor (menor) que el precio del servicio por él provisto, estaríamos ante una clara indicación de infrainversión (suprainversión) en

capital privado. Esta misma idea se puede recoger mediante el ratio del capital privado óptimo sobre el capital privado observado, Kp^*/Kp , de forma que si nos encontramos en una situación de ratio superior a 1 concluiríamos que la economía tiene un stock de capital inferior al óptimo.

En lo que respecta al largo plazo, se pueden obtener los mismos efectos que se han calculado anteriormente tanto para las infraestructuras como para el capital privado. La diferencia estriba en que, en el largo plazo, además del efecto directo del corto plazo, se han de añadir las variaciones en los costes y en los inputs variables como consecuencia de los cambios en la intensidad del capital privado. Este último efecto puede bien reforzar bien contrarrestar el efecto en el corto plazo.

Así, la elasticidad de los costes respecto a las infraestructuras en el largo plazo puede obtenerse como:

$$\varepsilon_{CKg}^{LR} = \left. \frac{\partial C}{\partial Kg} \frac{Kg}{C} \right]_{Kp=Kp^*} = \varepsilon_{SCKg}^{SR} + \varepsilon_{SCKp} \varepsilon_{KpKg}^{LR} \quad (6.34)$$

donde

$$\varepsilon_{KpKg}^{LR} = \frac{d \ln Kp^*}{d \ln Kg} = \frac{\partial \ln Kp^*}{\partial \ln Kg} + \sum_i \frac{d \ln Kp^*}{d \ln X_i} \cdot \frac{\partial \ln X_i}{\partial \ln Kg} = \varepsilon_{Kp^*Kg} + \sum_i \varepsilon_{Kp^*X_i} \varepsilon_{XiKg} \quad i = L, M$$

donde el superíndice LR identifica el largo plazo.

La obtención del efecto del capital público en el largo plazo requiere la obtención de

$\frac{\partial \ln Kp^*}{\partial \ln Kg}$ y de $\frac{d \ln Kp^*}{d \ln X_i}$. Para muchas de las formas funcionales que se utilizan

comúnmente en los trabajos empíricos, incluyendo la translog, no se dispone de una expresión cerrada para Kp^* por lo que las derivadas anteriores deben ser calculadas de forma indirecta a través de funciones implícitas.

La elasticidad $\varepsilon_{Kp \cdot Kg}$ se obtiene mediante la función implícita de la ecuación (6.25), mientras que $\varepsilon_{Kp \cdot Xi}$ se calcula usando un sistema de funciones implícitas de las ecuaciones (6.23) y (6.25). En último lugar, la elasticidad ε_{XiKg} es la misma que en el corto plazo. En este modelo, ε_{KpKg}^{LR} adquiere una especial relevancia dado que resume el *efecto localización* que tienen las infraestructuras sobre las inversiones en capital privado. Es decir, hasta qué punto las mejoras en las dotaciones de capital público de una economía pueden reforzar la actividad privada. Obviamente, éste es uno de los principales objetivos cuando las infraestructuras públicas tratan de impulsar el desarrollo económico.

El precio sombra de las infraestructuras y el efecto sesgo de los factores pueden ser evaluados también en el largo plazo, es decir, pueden incluir cambios en los factores variables debidos a movimientos en el stock de capital privado como resultado de un cambio en la dotación infraestructural:

$$S_{Kg}^{LR} = \varepsilon_{CV Kg}^{LR} \left(-\frac{CV}{Kg} \right) = \sum_i -P_i \varepsilon_{XiKg}^{LR} \quad i = L, M \quad (6.35)$$

donde:

$$\varepsilon_{XiKg}^{LR} = \frac{d \ln X_i}{d \ln Kg} = \varepsilon_{XiKg}^{SR} + \sum_j \varepsilon_{XiKp} \varepsilon_{KpKg}^{LR} \quad i = L, M \quad (6.36)$$

siendo ε_{XiKg}^{SR} y ε_{XiKp} las mismas elasticidades que las mostradas en el corto plazo. Se observa como las relaciones de complementariedad y de sustituibilidad se descomponen en un efecto directo (ε_{XiKg}^{SR}) y un efecto indirecto que recoge la interacción entre la relación de los capitales privado-público (ε_{KpKg}^{LR}) y la relación de complementariedad/sostituibilidad entre los inputs variables y el factor cuasi-fijo (ε_{XiKp}).⁵

⁵ Conviene recordar que para realizar este análisis debemos mantener el supuesto de que el output permanece fijo en el proceso de ajuste. No obstante, como se ve posteriormente en el texto, ello no excluye que se puedan analizar los efectos del output en el largo plazo.

La misma idea nos sirve para obtener la elasticidad del output con respecto al capital público en el largo plazo, que ahora considerará variaciones en el output consecuencia de ajustes del capital privado hasta alcanzar su nivel óptimo:

$$\varepsilon_{Y K_g}^{LR} = \frac{dY}{dK_g} \cdot \frac{K_g}{Y} = \frac{S_{K_g}^{LR}}{\varepsilon_{CY}^{LR} \cdot \frac{C}{Y}} \cdot \frac{K_g}{Y} \quad (6.37)$$

donde ε_{CY}^{LR} viene dado por:

$$\varepsilon_{CY}^{LR} = \frac{d \ln C}{d \ln Y} = \frac{\partial \ln SC}{\partial \ln Y} + \frac{\partial \ln SC}{\partial \ln K_p^*} \cdot \frac{d \ln K_p^*}{d \ln Y} = \varepsilon_{SCY}^{SR} + \varepsilon_{SC K_p^*}^{SR} \varepsilon_{K_p^* Y}^{LR} \quad (6.38)$$

donde

$$\varepsilon_{K_p^* Y}^{LR} = \frac{d \ln K_p^*}{d \ln Y} = \frac{\partial \ln K_p^*}{\partial \ln Y} + \sum_i \frac{d \ln K_p^*}{d \ln X_i} \cdot \frac{\partial \ln X_i}{\partial \ln Y} = \varepsilon_{K_p^* Y} + \sum_i \varepsilon_{K_p^* X_i} \cdot \varepsilon_{X_i Y} \quad i = L, M$$

obteniendo $\varepsilon_{K_p^* Y}$ de la función implícita de la ecuación (6.25), y $\varepsilon_{X_i Y}$ de la ecuación (6.23) para ambos inputs variables.

Parte de estas elasticidades en el largo plazo pueden obtenerse para el capital privado, de igual forma que la utilizada para el caso de las infraestructuras. No obstante, el mecanismo es algo diferente. Así, el capital privado no únicamente tendrá un efecto directo en los costes en el corto plazo sino que también tendrá un efecto indirecto a través de ajustes en los inputs variables en respuesta a variaciones en el capital privado:

$$\varepsilon_{C K_p}^{LR} = \frac{d \ln C}{d \ln K_p} = \frac{\partial \ln SC}{\partial \ln K_p} + \sum_i \frac{\partial \ln SC}{\partial \ln X_i} \cdot \frac{d \ln X_i}{d \ln K_p} = \varepsilon_{SC K_p}^{SR} + \sum_i \varepsilon_{SC X_i} \varepsilon_{X_i K_p}^{LR} \quad i = L, M \quad (6.39)$$

donde $\varepsilon_{SC X_i}$ se obtiene a través del sistema de derivadas de las funciones implícitas procedentes de las ecuaciones (6.23) y (6.25), y $\varepsilon_{X_i K_p}^{LR}$ de la ecuación (6.23) para ambos inputs. El resto de efectos en el largo plazo para el capital privado se obtienen de manera muy

similar al caso del capital público, con la única diferencia de que el efecto sesgo del capital privado en el largo plazo, es decir, el efecto del capital privado en los inputs variables en el largo plazo es exactamente el mismo que en el corto plazo.

6.3 ESPECIFICACIÓN EMPÍRICA Y ASPECTOS ECONOMÉTRICOS

6.3.1 Forma funcional: Características y propiedades

A la hora de utilizar a nivel empírico la teoría de la dualidad resulta necesario dotar a la función de costes de una forma funcional concreta. Precisamente uno de los puntos que ha reclamado mayor atención en el trabajo empírico del enfoque dual de la teoría económica de la producción es la forma funcional que debe postularse y a la que se asocia el sistema de ecuaciones de demanda de factores. En consecuencia, el objetivo de muchos analistas ha sido especificar alternativas lo menos rígidas posible en el sentido de que no existan parámetros tecnológicos establecidos a priori. Se ha de intentar proporcionar las mínimas restricciones en el comportamiento a priori de los agentes económicos a fin de permitir que se produzca un modelo de respuesta de comportamiento lo más general posible. Las denominadas formas funcionales flexibles persiguen dicho objetivo.

Así, una forma funcional flexible es aquella que es capaz de generar funciones de oferta de output y de demanda de inputs cuyas elasticidades propias y cruzadas puedan asumir valores arbitrarios (Alegre, 1992). Este criterio de flexibilidad es deseable en sí mismo, si bien se busca al mismo tiempo que se cumplan las condiciones implícitas en la teoría de la función de costes (consistencia teórica). Se puede decir que las formas funcionales flexibles son aproximaciones a la verdadera función, que resulta desconocida. La principal ventaja de las mismas se encuentra, por tanto, en la relajación de las restricciones sobre los parámetros. Por el contrario, la principal desventaja estriba en la necesidad de incorporar las restricciones de la teoría económica que reducen la manejabilidad de dichas funciones. En el caso concreto que nos ocupa, por ejemplo, gracias a la utilización de funciones flexibles es posible dividir el

efecto total del capital público en el sector privado en los diferentes efectos sobre los diversos factores de producción.

Cuando se busca la forma funcional flexible apropiada se analizan tres puntos básicos (Chambers, 1988):

1. Que la función finalmente escogida mida el mayor número de efectos posible.
2. Facilidad en la estimación, sugiriéndose generalmente que la forma funcional sea lineal en los parámetros.
3. Que sea posible aproximar una función arbitraria, doblemente diferenciable y continua, de forma que los parámetros de la función flexible sean tales que el valor de la función, su gradiente (derivadas primeras correspondientes a las funciones de demanda de los inputs) y el Hessiano (derivadas segundas relativas a las elasticidades de la demanda) sean iguales que las correspondientes magnitudes de una función arbitraria. Es lo que se conoce como aproximaciones diferenciales de segundo orden. También se dice que la función es una aproximación en series de Taylor a una función arbitraria.⁶

Varios son los autores que han estudiado el tema de las formas funcionales flexibles en profundidad. La tesis doctoral de Diewert y el consiguiente artículo ya clásico de 1971 puso a disposición de todos los investigadores empíricos formas funcionales que no suponen restricciones a priori en las elasticidades de sustitución a la vez que son consistentes con las restricciones que suelen asumirse en la teoría económica. Entre las mismas, destaca la función de costes generalizada de Leontief. Asimismo, Christensen, Jorgenson y Lau presentaron una comunicación en 1970 en el *Meeting of the Second World Congress of the Econometric Society*, introduciendo la forma funcional translogarítmica para funciones de producción,

⁶ El concepto de flexibilidad de una forma funcional ha sido definido de varias maneras. Dos de las más reconocidas son las dadas por Diewert (1973, 1974) y por Christensen *et al.* (1973). Según la primera definición, una forma funcional es flexible si contiene el número de parámetros necesario para proporcionar una aproximación de segundo orden a una función arbitraria doblemente diferenciable que satisfaga las apropiadas condiciones de regularidad. La segunda definición de flexibilidad es la dada por Christensen *et al.* y también cumple el ser una aproximación de segundo orden a la verdadera función. Ambas definiciones no se contradicen la una a la otra ya que una aproximación de segundo orden a una serie de Taylor cumple también la definición diferencial dada por Diewert, aunque lo contrario no siempre sea cierto.

costes y beneficios, una forma funcional que no supone restricciones a priori sobre las elasticidades de sustitución. Estas dos funciones flexibles han resultado ser las más utilizadas a nivel empírico.

No obstante, existen otras formas funcionales flexibles. Así, la generalizada Box-Cox, la Minflex-Laurent, la generalizada de McFadden y la Fourier, entre otras han sido también estudiadas, aunque en un menor grado que las comentadas en el párrafo anterior. Entre las posibles razones se puede pensar en el hecho de que estas segundas formas funcionales son más tediosas de implementar empíricamente debido a que las funciones de verosimilitud asociadas son no lineales y, por tanto, más complejas. Además, se han realizado estudios para la selección entre diversas formas funcionales mediante la utilización de diversos criterios tales como la mayor adecuación de las funciones a un conjunto concreto de observaciones muestrales, el empleo de técnicas de Montecarlo y el análisis teórico de las propiedades globales de dichas formas funcionales. Entre los mismos se encuentran los trabajos de Guilkey *et al.* (1983) y Alegre (1992). En este segundo trabajo se obtiene que las especificaciones translogarítmica y la generalizada de Leontief son dos de las formas funcionales que imponen un número menor de restricciones. Mientras, en el primero se demuestra la superioridad de la forma translogarítmica a través de estudios de Montecarlo.

Dada esta superioridad de la función translogarítmica y el amplio uso de la misma en el campo aplicado, decidimos la utilización de la misma. Una función de costes translog se puede escribir como:

$$\ln C = \ln \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \ln P_i + 0.5 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} \ln P_i \ln P_j + \alpha_Y \ln Y + 0.5 \gamma_{YY} (\ln Y)^2 + \sum_{i=1}^n \gamma_{iY} \ln P_i \ln Y \quad (6.40)$$

en donde $\gamma_{ij} = \gamma_{ji}$ por simetría. Asimismo, una de las condiciones que toda función translogarítmica debe cumplir es la homogeneidad de grado uno en precios, dado el output, Y . Esta propiedad implica las siguientes restricciones:

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1, \quad \sum_{i=1}^n \gamma_{ij} = \sum_{j=1}^n \gamma_{ji} = \sum_{i=1}^n \gamma_{iY} = 0 \quad (6.41)$$

Se pueden imponer un número adicional de restricciones en la función de costes translog que corresponderían a mayores restricciones en la tecnología subyacente, tales como la homoteticidad ($\gamma_{iY} = 0$, para cualquier $i = 1, \dots, n$), homogeneidad de un grado constante en el output (si además de las restricciones de homoteticidad anteriores se cumple que $\gamma_{YY} = 0$, en cuyo caso el grado de homogeneidad será $1/\alpha_Y$), rendimientos constantes a escala en la función de producción dual (cuando además de las restricciones anteriores de homoteticidad y de homogeneidad, se cumple $\alpha_Y = 1$). No obstante, imponer restricciones adicionales carece de sentido si el objetivo de usar la función translog es la búsqueda de la mayor flexibilidad posible.

En concreto, la forma funcional de que se va a dotar a la función de costes variables en el presente trabajo a fin de contrastar el efecto de la dotación infraestructural en el comportamiento de las industrias, es una función de costes translogarítmica con la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} \ln VC = & \beta_0 + \ln P_M + \beta_L \ln \frac{P_L}{P_M} + \beta_Y \ln Y + \beta_{Kp} \ln Kp + \beta_{Kg} \ln Kg + \beta_T t + 0.5 \left[\beta_{LL} \ln^2 \frac{P_L}{P_M} \right. \\ & \left. + \beta_{YY} \ln^2 Y + \beta_{KpKp} \ln^2 Kp + \beta_{KgKg} \ln^2 Kg + \beta_{TT} t^2 \right] + \beta_{LY} \ln \frac{P_L}{P_M} \ln Y \\ & + \beta_{LKp} \ln \frac{P_L}{P_M} \ln Kp + \beta_{LKg} \ln \frac{P_L}{P_M} \ln Kg + \beta_{LT} \ln \frac{P_L}{P_M} t + \beta_{YKp} \ln Y \ln Kp \\ & + \beta_{YKg} \ln Y \ln Kg + \beta_{YT} \ln Y t + \beta_{KpKg} \ln Kp \ln Kg + \beta_{KpT} \ln Kp t + \beta_{KgT} \ln Kg t \end{aligned} \quad (6.42)$$

donde t es una tendencia que recoge el cambio tecnológico, como se hace, por ejemplo en Morrison and Schwartz (1996a).⁷

⁷ La utilización de la tendencia en lugar de *dummies* temporales viene explicada por el hecho de que de este modo podemos incluir interacciones de la misma con el resto de variables, sin tener que introducir un elevado número de parámetros en la especificación de la función.

Esta forma funcional nos va a permitir la consideración de un elevado grado de posibilidades de sustitución a la vez que no se va a imponer a priori ningún tipo de restricción sobre los rendimientos a escala.⁸ Se incluyen los precios de los consumos intermedios como un factor relativo a fin de asegurar la homogeneidad de grado uno en los precios de los factores. Para facilitar la notación, las variables en la ecuación (6.42) y las siguientes no presentan ningún tipo de subíndices referentes a la desagregación de las unidades de observación.

Aplicando el Lemma de Shephard a la ecuación (6.42) se obtienen las ecuaciones de porcentaje de demanda de los factores variables sobre los costes variables. Al considerar dos, únicamente uno es independiente, ya que los porcentajes de los factores variables suman uno. Por tanto, tendremos:

$$Z_L = \frac{P_L \cdot L}{VC} = \frac{\partial \ln VC}{\partial \ln P_L} = \beta_L + \beta_{LL} \ln \frac{P_L}{P_M} + \beta_{LY} \ln Y + \beta_{LKp} \ln Kp + \beta_{LKg} \ln Kg + \beta_{LT} t \quad (6.43)$$

$$Z_M = 1 - Z_L$$

Así, siguiendo la argumentación dada en la sección anterior, el equilibrio en el corto plazo está representado por las ecuaciones (6.42) y (6.43).

Por otra parte, la condición de equilibrio en el largo plazo para el capital privado puede expresarse como:

$$-Z_{Kp} = -\frac{P_{Kp} \cdot Kp^*}{CV} = \frac{\partial \ln CV}{\partial \ln Kp} = \beta_{Kp} + \beta_{KpKp} \ln Kp + \beta_{LKp} \ln \frac{P_L}{P_M} + \beta_{YKp} \ln Y + \beta_{KpKg} \ln Kg + \beta_{KpT} t \quad (6.44)$$

de forma que el equilibrio en el largo plazo viene dado por las ecuaciones (6.42), (6.43) y (6.44).

⁸ En los trabajos que han estimado funciones de costes ampliadas con el capital público se utilizan diferentes formas funcionales a parte de la translog, tales como la Generalizada de Leontief o la función de costes Cobb-Douglas Generalizada. En este sentido, sería interesante analizar la sensibilidad de los resultados a las diferentes especificaciones.

De la estimación de estas ecuaciones se obtendrán tanto los efectos del capital público como del privado en el corto y largo plazo. Dado que estas últimas tienen un interés primordial en el presente trabajo, y por no haber sido derivadas anteriormente, sus expresiones para el caso concreto de una función translog se detallan en el Anexo 6.1.

6.3.2 Aspectos Econométricos

Para realizar la implementación empírica de los modelos que se han presentado es necesario especificar un marco estocástico. La idea detrás de la especificación estocástica es que las empresas tienen errores aleatorios en la elección de los inputs que les permiten minimizar costes. En este sentido, según Bernstein (1989) los errores en la función de costes y en las funciones de demanda de los factores variables son debidos a errores en la optimización, mientras que los errores en la relación en el largo plazo representan la información que no ha podido anticiparse o sorpresas que no se conocen hasta después de haber tomado la decisión de inversión.

Se asume que los errores están distribuidos como una normal con media cero y para cada uno de los modelos existe una matriz de varianzas y covarianzas simétrica definida positiva. Asimismo, se va a suponer que los errores en estas diferentes ecuaciones pueden reflejar factores omitidos o no medibles y, por tanto, encontrarse correlacionados. Cuando dicha correlación está presente resulta más eficiente la estimación de todas las ecuaciones conjuntamente, que la estimación de cada una de ellas por separado usando mínimos cuadrados. El sistema formado por las ecuaciones de costes y de demanda de los factores tendría la siguiente forma:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & & & \\ & X_2 & & \\ & & \ddots & \\ & & & X_M \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_M \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_M \end{bmatrix}$$

siendo y_i y e_i las observaciones correspondientes a la variable endógena y el término de perturbación de cada una de las ecuaciones ($i=1, \dots, M$) de que está formado el modelo, de

dimensión $(N \times T) \times 1$; X_i es la matriz que recoge las observaciones de todas las variables explicativas, $(N \times T) \times K_i$; y β_i es el vector de parámetros de cada ecuación $(K_i \times 1)$.

Alternativamente se puede especificar de forma compacta como:

$$y = X\beta + e$$

en donde la dimensión en lugar de ser $N \times T$ es $M \times N \times T$, y en donde se tienen k variables explicativas que son $k = \sum_{i=1}^M k_i$.

La estimación mínimo cuadrática aplicada al sistema resulta idéntica a la estimación por mínimos cuadrados de cada una de las ecuaciones, por lo que no habría beneficios de aplicar dicho estimador a todo el modelo. Es por ello que se va a estimar el modelo a través de un estimador mínimo cuadrático generalizado que considera la matriz de covarianzas del vector conjunto de residuos. Este estimador es el que se conoce como estimador de Zellner para ecuaciones de regresión aparentemente no relacionadas y ya ha sido mostrado en el apartado 5.4.3. Es el mejor estimador lineal insesgado, con varianza menor que el estimador mínimo-cuadrático, dado que tiene en cuenta la correlación contemporánea entre las perturbaciones en las diferentes ecuaciones.

Sin embargo, a la hora de estimar el sistema formado por la función de costes y las demandas de los factores variables y fijos es necesario imponer las restricciones de igualdad entre los coeficientes de las distintas ecuaciones, dado que las ecuaciones de demanda se obtienen de la derivación de la ecuación de costes. Si se considera un conjunto de restricciones lineales de la forma $R\beta = r$, donde R y r son matrices conocidas de dimensión $(J \times K)$ y $(J \times 1)$ respectivamente, siendo J el número de restricciones y K el de variables, el estimador mínimo cuadrático generalizado restringido viene dado por la expresión:

$$\hat{\beta}^* = \hat{\beta} + CR'(RCR')^{-1}(r - R\hat{\beta})$$

donde

$$C = [X'(\Sigma^{-1} \otimes I)X]^{-1}$$

$$\hat{\beta} = CX'(\Sigma^{-1} \otimes I)y$$

En todos estos estimadores la matriz de varianzas y covarianzas, Σ , es desconocida por lo que se reemplaza por su estimador $\hat{\Sigma}$ que se obtiene a partir del cálculo de las matrices de varianzas y covarianzas como:

$$\hat{\sigma}_{ij} = \frac{1}{T} \hat{e}_i' \hat{e}_j$$

siendo e los residuos mínimo cuadráticos.

Por tanto, los modelos especificados tanto en el corto plazo (sistema formado por las ecuaciones (6.42) y (6.43)) como en el largo plazo (sistema de las ecuaciones (6.42), (6.43) y (6.44)) son inicialmente estimados con el estimador de Zellner para modelos de regresión de ecuaciones aparentemente no relacionadas imponiendo restricciones de igualdad de parámetros entre ecuaciones.

Por otra parte, uno de los problemas que pueden aparecer cuando se estiman funciones flexibles como la translog en el caso que nos ocupa, es el alto grado de multicolinealidad que las mismas suelen presentar. Para evitar tal problema en la medida de lo posible, y siguiendo las ideas de Conrad y Seitz (1992, pág.318) y Mamuneas y Nadiri (1994, pág.13), se considera un *pool* de datos a fin de dotar al modelo de una mayor variabilidad y, con ello, una mejor identificación de las estimaciones de los parámetros. En el presente trabajo se va a considerar un panel de datos que incluye observaciones para todas las regiones españolas, desagregadas en 12 sectores industriales y para el período 1980-1991, con un total de 2160 observaciones. De esta manera, al considerar observaciones regionales y sectoriales, aumenta la variabilidad de forma importante, reduciendo con ello el problema de la multicolinealidad.

Asimismo, al considerar un pool de datos nos aparece la cuestión de cómo se van a tener en cuenta las diferencias inobservables pero existentes entre regiones y sectores en los niveles de costes y demandas de inputs. Para ello, y siguiendo lo explicado en el Capítulo 4, se va a estimar un modelo de datos de panel sin imponer la forma en que tales diferencias tienen que especificarse en el modelo. La elección entre el modelo de efectos fijos, a través de la introducción de dummies, o del modelo aleatorio, considerando los efectos como parte del término de perturbación, se realizará mediante el test de Hausman.

Finalmente, se van a realizar un par de contrastes que nos van a permitir escoger el modelo más adecuado para la economía española. Por una parte, se va a estudiar si los inputs cuasi-fijos se encuentran o no en sus niveles de equilibrio estático. En segundo lugar, se contrasta la validez del Lema de Shephard en el caso español, es decir, si los agentes productivos fueron capaces de utilizar los inputs variables en las cantidades que minimizan los costes de producción.

En lo que se refiere a la contrastación de la posible divergencia del capital privado de sus niveles de equilibrio estático, se va a utilizar el test desarrollado por Schankerman y Nadiri (1986). Consideremos β_0 como el vector de parámetros estimados en la ecuación de costes de forma aislada (6.42), β_1 el vector de parámetros en la ecuación de demanda (o de porcentaje sobre los costes) para los inputs variables (6.43) y β_2 el vector de parámetros obtenido de la estimación de la ecuación del input cuasi-fijo (6.44). El test se construye bajo la hipótesis nula de que los factores fijos están en sus niveles de equilibrio estático, de forma que $\beta_2 \subset \beta_0$. De hecho, si particionamos el vector $\beta_0 = (\beta_0^1, \beta_0^2)$ donde los elementos de β_0^1 aparecen en (6.42) pero no en (6.44) bajo la hipótesis nula, entonces es posible especificar la hipótesis nula como $\beta_2 = \beta_0^2$. De esta manera, el estimador del modelo de equilibrio en el largo plazo (digamos $\hat{\beta}$) impone la restricción implicada por el test, mientras que el estimador del modelo de equilibrio en el corto plazo (llamémosle $\tilde{\beta}$) no impone ninguna restricción. El estimador restringido $\hat{\beta}$ es consistente bajo la hipótesis nula pero no bajo la alternativa, mientras que el estimador no restringido $\tilde{\beta}$ es consistente tanto bajo la nula como bajo la alternativa. Schankerman y Nadiri (1986) proponen un test de

Hausman, basado en la comparación de los valores en $\hat{\beta}$ y $\tilde{\beta}$ contrastando la hipótesis nula de que las firmas se encuentran en su equilibrio en el largo plazo:

$$N(\tilde{\beta} - \hat{\beta})' \hat{V}^{-1} (\tilde{\beta} - \hat{\beta}) \sim \chi_q^2$$

donde N es el número de observaciones, \hat{V} es el estimador consistente de V , con $V = V_1 - V_2$, siendo V_1 la matriz de covarianzas asintótica de $\tilde{\beta}$ y V_2 la matriz de covarianzas asintótica de $\hat{\beta}$. El test se distribuye como una chi-cuadrado con tantos grados de libertad como el número de restricciones, q .

En lo referido a la contrastación del Lema de Shephard, hay que recordar que la teoría de la producción neoclásica implica que las ecuaciones de porcentaje de los inputs variables sobre los costes se derivan de la función de costes, de forma que los parámetros en (6.43) son los mismos que los correspondientes de (6.42). En la mayoría de los trabajos empíricos que utilizan la teoría de la dualidad, estas restricciones asociadas al Lema de Shephard se imponen a priori sin haber sido contrastadas previamente. Si estas restricciones no se cumplieran, se estaría rechazando algunas de las hipótesis básicas de la teoría neoclásica de producción tal como el comportamiento minimizador de las empresas. En consecuencia, desde un punto de vista estadístico estaríamos imponiendo valores de los estimadores que están en contra de los datos, de forma que si los parámetros de la ecuación de porcentaje de los inputs variables no pudieran ser considerados los mismos que los de la función de costes, el cálculo de los efectos obtenidos a partir de ellos no sería adecuado. Para evitar tal problema vamos a contrastar la validez del Lema de Shephard en la función de costes. En la implementación de dicho test, se considera que β_0 es el vector de parámetros estimados en la ecuación de función de costes que aparece en las funciones de demanda de los inputs variables, mientras que β_1 es el vector de parámetros de las funciones de porcentaje de los inputs variables. De esta manera, bajo la hipótesis nula, se acepta la teoría neoclásica dado que las ecuaciones de porcentaje de los factores y la de costes tienen los mismos parámetros, $\beta_0 = \beta_1$. El conjunto de parámetros tiene que ser consistente con la teoría, lo que depende de la forma funcional considerada. Dado que se utiliza una forma

translogarítmica, el conjunto de parámetros serán aquéllos que satisfagan las propiedades de simetría y de homogeneidad lineal en los inputs variables. En nuestro caso en concreto, imponemos estas condiciones en la especificación misma de la función de costes de forma que no tenemos que preocuparnos de ello. La hipótesis alternativa es $\beta_0 \neq \beta_1$ (o en notación econométrica, $R\beta \neq r$). El test que se usa es el test de contrastación de las restricciones lineales en los coeficientes de los modelos SURE (Judge *et al.*, 1988):

$$g = (R\hat{\beta} - r)'(RCR')^{-1}(R\hat{\beta} - r) \sim \chi^2_J$$

que está distribuido, por tanto, como una χ^2 con tantos grados de libertad como el número de restricciones (J), es decir, el número de parámetros en β .

6.4 BASE DE DATOS

Estando interesados en el estudio del impacto de las infraestructuras en los costes de las manufacturas españolas, y dado que se quiere utilizar la máxima desagregación posible en la aplicación empírica de la teoría de la dualidad, se ha procedido a utilizar datos de dos fuentes estadísticas que ofrecen una desagregación tanto sectorial como regional. En primer lugar, la Encuesta Industrial (EI) del INE ofrece datos referidos a personas ocupadas y costes de personal, consumos intermedios y producto para 89 sectores industriales, por regiones para el período 1978-1991. Por otra parte, los datos de stocks de capital público y privado se han obtenido de la obra “El Stock de Capital en la Economía Española” (FBBV, 1995), en donde el stock de capital privado de la industria se da con una máxima desagregación de 13 sectores para las regiones españolas en el período 1964-1991. Por tanto, una primera restricción en la desagregación sectorial es que el número máximo de sectores industriales a considerar va a ser de 13.

La correspondencia sectorial entre los datos de la EI y los de la FBBV se puede realizar gracias a la información de la Tabla 6.2:

Tabla 6.2 Correspondencia sectorial entre fuentes estadísticas

Denominación del sector	FBV	R25	EI
Minerales metálicos y siderometalurgia	1	13	9-11
Minerales y productos no metálicos	2	15	12-18
Productos químicos	3	17	19-30
Productos metálicos	4	19	31-35
Maquinaria agrícola e industrial	5	21	36-37
Máquinas de oficinas y otros	6	23	38 y 46
Material y accesorios eléctricos	7	25	39-40
Material de transporte	8	28	41-45
Productos alimenticios, bebidas y tabacos	9	36	47-64
Productos textiles, cuero y calzados	10	42	65-74
Papel, artículos de papel, impresión	11	47	80-82
Productos de caucho y otros	12	49	83-84
Madera, corcho y otras manufacturas	13	48	75-79
Otros ⁹	13	48	85-89

Por tanto, dado que nos vemos restringidos a la máxima desagregación de los datos del capital privado, en un principio cabría esperar utilizar una desagregación de 13 sectores para las 17 CCAA y en el período 1978-1991.¹⁰ No obstante, al analizar los datos que nos interesan de la EI nos encontramos con el problema del secreto estadístico. Dada la elevada desagregación sectorial y territorial de los datos en la EI y por razones de confidencialidad, el INE ofrece valores *missing* para asegurar el secreto estadístico garantizado por la encuesta. Para analizar la magnitud del problema que supone el secreto estadístico al trabajar con datos regionales, se han comparado el total de los datos regionales de la EI con los ofrecidos por la misma encuesta a nivel nacional (en donde el secreto estadístico no supone ningún problema dado el alto nivel de agregación territorial). En concreto, analizando el porcentaje que representan los valores *missing* para el total de las regiones con respecto al valor total a nivel nacional, se

⁹ Este sector incluye las siguientes partidas: Joyería y bisutería, Instrumentos de música, Laboratorios fotográficos y cinematográficos, Juegos y juguetes y Manufacturas diversas.

¹⁰ A pesar de que los datos de la EI se ofrecen para el período 1978-1992, nuevamente nos vemos limitados en este caso al período 78-91 ya que 1991 es el último año que tenemos, en el momento de realización de este capítulo, para los datos de capital privado y público.

observa que en los años 1978 y 1979 dicho porcentaje es significativamente elevado en algunos de los sectores. Sin embargo, considerando el período 1980-1991, el porcentaje de los valores *missing* es inferior al 2 % para todas las variables obtenidas de la EI en casi todos los sectores, excepto en los casos de Química y Alimentación y bebidas en donde el porcentaje se encuentra entre el 3 y el 5%, y para el sector de Máquinas de oficina y otros, en donde representa más del 5%. Dados estos porcentajes, se ha considerado adecuada la eliminación de este último sector a fin de evitar la incidencia negativa de los valores *missing*, por lo que finalmente se trabaja con 12 sectores.

De forma similar, se observa como las regiones insulares, Baleares y Canarias, poseen valores *missing* durante todo el período en algunos sectores concretos, principalmente los sectores de Minerales metálicos y siderometalurgia y Material de transporte. Dado que los valores *missing* en estos dos sectores sólo son importantes para el caso de las regiones insulares, se ha procedido a la eliminación de Baleares y Canarias. Sin embargo, las consecuencia que puede tener en nuestro análisis el hecho de descartar estas dos regiones son mínimas por dos razones. En primer lugar, dado que la actividad industrial en ellas es muy pequeña tanto respecto al producto total de dichas regiones como respecto al total industrial nacional, su no consideración en un análisis industrial no puede afectar de forma significativa a los resultados. En segundo lugar, dado que el punto central de este capítulo es el estudio del efecto de las infraestructuras en los costes industriales y dado que el peso de su actividad económica reside más en el sector servicios y, en especial, aquellos vinculados a las actividades turísticas, parece lógico pensar que los resultados obtenidos en estas islas puedan ser diferentes del patrón experimentado por el resto de regiones.

Por tanto, los datos finalmente escogidos abarcan el período 1980-1991, en las 15 regiones peninsulares españolas y para los 12 sectores industriales mostrados en la Tabla 6.3:

Tabla 6.3 Sectores finalmente utilizados en la aplicación empírica

Denominación	
s1	Minerales metálicos y siderometalurgia
s2	Minerales y productos no metálicos
s3	Productos químicos
s4	Productos metálicos
s5	Maquinaria agrícola e industrial
s6	Material y accesorios eléctricos
s7	Material de transporte
s8	Productos alimenticios, bebidas y tabacos
s9	Productos textiles, cuero y calzados
s10	Papel, artículos de papel, impresión
s11	Productos de caucho y derivados del plástico
s12	Madera, corcho y otras manufacturas

La siguiente cuestión con la que nos encontramos se encuentra en torno a la deflación de los valores reales. Así, los datos de la FBBV se ofrecen en valores constantes de 1990 mientras que las variables tomadas de la EI se dan en términos nominales. Es necesario, por tanto, deflactarlos de alguna manera. Cuando se aborda la tarea de obtener un deflactor de las magnitudes nominales de la EI, existen dos alternativas generales, tal como indican Jaumandreu y Jiménez (1992):

1. Construirlos a partir de la información de cantidades y valores de la EI.¹¹ Si bien esta alternativa es la ideal ya que permitiría construir índices tipo Paasche base 1980 para los 89 sectores y obtener así índices Laspeyres de volumen, es costosa de llevar a cabo. Esto se debe a que se apoya en series de valores unitarios y no de precios, y puede exigir un trabajo difícil por variaciones en la composición y calidad.
2. Utilizar los índices de precios proporcionados externamente por el sistema IPRI (Índices de Precios Industriales). Esta alternativa resulta más adecuada ya que se

¹¹ De hecho, esta es la alternativa utilizada por la Contabilidad Nacional del INE, aunque para otro grado de desagregación.

obtienen verdaderos índices de precios. La desventaja es que la base de datos de estos índices se remonta a 1974, con todo lo que implica sobre las ponderaciones implícitas en cada índice que se utilice. Además, la no existencia de índices para algunos sectores de la EI hace necesario acudir a los datos de la EI.

En concreto, el Programa de Investigaciones Económicas (PIE) de la Fundación Empresa Pública nos ofreció la información de los índices de precios ya obtenidos por este segundo método. Dicha información se ofrece en base 80 por lo que tan sólo fue necesario realizar un cambio de base. En nuestro caso concreto deflactamos las magnitudes monetarias de la EI para los 89 sectores y posteriormente agregamos dicha información a los 12 sectores que finalmente se utilizan. Esta forma de actuación presenta la ventaja de que la deflación se realiza teniendo en cuenta la importancia que cada uno de los sectores de la clasificación a 89 posee en su respectiva agrupación.

A continuación se realiza una breve descripción de las variables que finalmente se han utilizado.

Respecto al precio del factor trabajo (P_L) inicialmente se pensó en calcular la remuneración por asalariado, dividiendo la serie de Sueldos y Salarios por el Personal remunerado. Sin embargo, la variable Personal remunerado de la EI no presenta información sobre los sectores delegados y semidelegados,¹² por lo que esta primera opción tuvo que ser descartada. La mejor alternativa consiste en calcular el precio del factor trabajo como el cociente entre Costes de personal y Personas ocupadas. Los costes de personal son todos los pagos y mejoras realizados por las empresas en concepto de remuneración del trabajo ejecutado por su personal asalariado y trabajadores a domicilio, así como las cargas sociales imputables a dicho personal. Incluye, por tanto, los sueldos y salarios brutos, los pagos por trabajo a domicilio, las cargas sociales y otros gastos sobre personal. Por otra parte, los datos sobre personas ocupadas corresponden al promedio de las personas ocupadas en 4 fechas del período de la Encuesta: 31 de marzo, 30 de junio, 31 de octubre y 31 de diciembre. Por

¹² La obtención de ciertas variables correspondientes a determinados sectores no la realiza directamente el INE sino mediante organismos delegados o semidelegados.

personas ocupadas se entiende el conjunto de personas (fijas y eventuales) que en las fechas antes citadas se encontraban ejerciendo una labor, remunerada o no, para el establecimiento siendo pagadas por la misma empresa. Dentro del personal ocupado se distinguen las siguientes categorías: Personal no remunerado (propietarios y trabajadores autónomos), trabajadores de producción (obreros) y empleados y subalternos. A raíz de estas dos definiciones de la EI es fácil darse cuenta de que si se considera el ratio Costes de personal/Personas ocupadas se estará infravalorando el precio del empleo, ya que dentro de costes de personal no se estaría incluyendo el coste del personal no remunerado, que sí estarían incluidos entre las personas ocupadas.

A fin de calcular la magnitud de la infravaloración de los costes de personal por asalariado que se está realizando al considerar las personas ocupadas, se han calculado los ratios remuneración por asalariado y remuneración por ocupado de la Contabilidad Regional de España (CRE) para proceder a su comparación. Este ratio se ha obtenido para los 9 sectores industriales de la CRE para los años 1980, 1986 y 1989. La diferencia entre ambos ratios no es excesivamente importante, pero sí es sustancial para los casos de Minerales no metálicos, Material metálico y eléctrico, Textil y calzado e Industrias diversas. Por esta razón, hemos considerado conveniente la corrección de la variable obtenida de la EI (Costes de personal/Personas ocupadas) por un factor corrector que se obtendría como el cociente Remuneración Asalariado/Remuneración Ocupado de la CRE. Dado que es un factor que varía muy poco durante todo el período y que va a ser aplicado para el período 1980-1991, hemos considerado el promedio de dicho factor en los tres años considerados (80, 86 y 89). De este modo, se obtiene un factor corrector por sector y CCAA que se aplicará al cociente Costes de personal/Personas ocupadas que se obtenga de la EI para aproximarlos a la remuneración por asalariado.

El precio del factor capital privado o costes del uso del capital (P_{Kp}) se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$P_{Kp} = q(r+d)$$

donde q es el deflactor de la inversión para bienes de capital, r el rendimiento de los bonos del Estado a largo plazo y, finalmente, d es la tasa de depreciación constante para bienes de capital calculada como:

$$d_t = 1 - \frac{Kp_t - I_t}{Kp_{t-1}}$$

siendo I la inversión de capital privado.¹³ Para la elaboración de dicho índice se utilizan los siguientes datos:

- a) Como deflactor de la inversión se utiliza el deflactor de la formación bruta de capital fijo proporcionado por FBBV (1995). El nivel de desagregación máximo que proporcionan en dicha fuente para las series de deflatores de la formación bruta de capital fijo se resume en cuatro conceptos: Inmuebles residenciales, Otras construcciones, Material de transporte y Maquinaria, equipo y otros productos. No obstante, dado que tan sólo el sector de Material de transporte tiene una relación directa con uno de los sectores considerados, se ha optado por utilizar el deflactor general que en dicha publicación se proporciona para la formación bruta en capital fijo siendo, por tanto, el mismo para todos los sectores.
- b) Como rendimientos de los bonos se ha utilizado la información sobre el rendimiento medio mensual de la deuda pública del Estado a más de 2 años, proporcionado por el servicio de estudios del Banco de España, calculando el valor medio anual.¹⁴
- c) Finalmente, el porcentaje de depreciación aplicado a cada tipo de capital se obtiene a partir de las series de stock y de inversión en capital proporcionada por FBBV (1995).

¹³ En algunos trabajos se consideran los impuestos a la hora de calcular el precio del capital privado. No obstante, siguiendo a Berndt y Hansson (1992) no los consideramos en nuestro cálculo. Para un mayor detalle sobre los precios de los factores de los inputs de capital, véase el concepto de costes de uso del capital desarrollado por Jorgenson (1963).

¹⁴ En concreto, la partida utilizada es la de deuda del Estado, operaciones simples al contado a más de dos años (mercado bursátil y mercado anotaciones en cuenta entre titulares). Hasta Julio de 1987, los datos proporcionados recogen el rendimiento en el mercado bursátil, y a partir de Agosto de ese mismo año reflejan el rendimiento de la deuda anotada que es negociada a través del servicio telefónico.

Si bien los datos de los apartados a y b se dan a nivel nacional, el dato de depreciación es diferente para cada sector y cada CCAA, por lo que el precio del capital privado también es diferente en cada caso.

Para el dato del precio de los consumos intermedios (P_M) se ha utilizado el deflactor implícito del PIB, es decir, el cociente del VAB en pesetas corrientes y el VAB en pesetas constantes del año base.

De esta manera, la variable costes totales (SC, en el corto plazo) representa los costes en que incurre la empresa a fin de llevar a cabo el proceso productivo. Se obtiene como la suma de los costes de personal, los costes del capital privado y los consumos intermedios, todos ellos en pesetas constantes de 1990. La definición de costes de personal ya ha sido dada anteriormente. Respecto a los consumos intermedios, éstos comprenden la suma de los valores correspondientes a las materias primas y materiales consumidos, la energía consumida, los servicios industriales y no industriales adquiridos y la compra de mercancías para su reventa sin transformación.¹⁵ La suma de estos dos costes (de personal y de consumos intermedios) representa el valor correspondiente a los costes variables. Finalmente, los costes del capital privado son el resultado de multiplicar el precio del capital privado por el stock del mismo. Si esta magnitud se suma a los costes variables obtenemos los costes totales en que incurre una empresa.

El valor de la producción (Y) se obtiene de la serie de producción bruta procedente de la EI, que no es más que la suma del valor añadido y los consumos intermedios.

En último término, el stock de capital público (Kg), se obtiene de las series ofrecidas en "El stock de capital en la economía española". En concreto se utiliza el stock neto del capital básico ya que, según lo obtenido en la segunda parte del presente trabajo, es el capital básico el que parece repercutir de forma más clara en el crecimiento económico. De esta manera, el stock de capital público que vamos a considerar comprende las infraestructuras de transporte

¹⁵ En caso de querer separar la energía del resto de consumos intermedios en función de los datos de la EI se podría optar por utilizar separadamente la serie de Materias primas y otros combustibles y la de Energía. Sin embargo, en el presente trabajo se consideran ambas variables de forma agregada.

(carreteras, autopistas, puertos, ferrocarriles y aeropuertos), obras hidráulicas y estructuras urbanas. Algunos autores que utilizan el stock de capital público en estudios sectoriales ajustan dicho stock a la utilización de la capacidad de dicho sector. Este ajuste se realiza para que el dato del capital público represente el verdadero uso que cada sector privado realiza del stock infraestructural que existe en dicho área. La principal idea subyacente en este ajuste se basa en que el capital público de dicha economía es un input colectivo y que, por tanto, las firmas de un sector deben compartirlo con el resto de la economía. Sin embargo, algunos autores como Seitz (1993) comentan que las posibilidades de ajuste son múltiples dado su carácter ad-hoc y porque no existe un ajuste que sea el más adecuado, lo que daría lugar a que todo tipo de resultados pudieran obtenerse. Por esta misma razón tampoco se va a realizar ningún tipo de ajuste del capital público para los distintos sectores de una misma región, por lo que se va a considerar que el stock de infraestructuras en una región es igual para todos los sectores.

Tras describir el proceso seguido en la elaboración de la base de datos, en la Tabla 6.4 se muestra la evolución de las principales magnitudes de la industria española durante los años ochenta. Esta evolución puede ayudar a interpretar algunos de los resultados posteriores.

Tabla 6.4 Evolución de las principales variables de la industria (España, 1980-1991)

	SC	CV	Y	L	M	Kp	Kg
1980	17642725,9	16728047,5	19631286,2	2230329,2	24940231,6	11038002,8	6959795,9
1981	17165044,1	16161906,1	18883656,5	2078208,9	21287213,4	10934479,6	7033186,6
1982	16412582,2	15385034,6	18034353,2	1940444,8	17998205,3	10792445,9	7158079,7
1983	17061297,9	15710503,3	18478547,5	1888674,4	16535701,5	10589600,0	7428800,2
1984	16774517,6	15383552,8	18064788,9	1793935,9	14636095,0	10400768,3	7705198,9
1985	16737355,7	15417679,2	18247481,2	1702248,3	13718291,5	10289424,0	7932187,8
1986	16776266,2	15664091,4	18789110,8	1685525,5	13441986,2	10221182,6	8216566,0
1987	18473829,1	16835434,5	20312746,7	1683256,9	14313403,7	10265005,6	8532317,3
1988	20171572,3	18577380,5	22302117,4	1712042,5	15472698,5	10389349,0	8878993,4
1989	21635853,5	19998629,4	23881279,1	1753598,9	15934209,4	10625602,0	9320821,8
1990	22647357,9	20846814,2	24740422,0	1777382,8	16216936,0	10902753,0	9928209,7
1991	23242546,0	21527560,2	25441617,7	1761201,8	16391786,6	11334278,7	10746074,6
TCMA 80-91	2,32%	2,12%	2,18%	-1,95%	-3,44%	0,22%	3,69%
TCMA 80-85	-0,87%	-1,35%	-1,21%	-4,40%	-9,48%	-1,16%	2,20%
TCMA 86-91	5,58%	5,44%	5,18%	0,73%	3,36%	1,74%	4,57%

FUENTE: Elaboración propia a partir de la EI y FBBV (1995).

NOTA: TCMA es la tasa media de crecimiento anual. Todas las variables excepto el empleo están expresadas en millones de pesetas de 1990. El empleo es el número de trabajadores.

Se observa que los costes, tanto totales como variables, y el producto han experimentado un crecimiento neto que, sin embargo, no se reparte por igual a lo largo de todo el período. Así, durante la primera mitad de los años ochenta, los costes y el producto ofrecen una tasa de crecimiento media anual negativa que se convierte en positiva y muy elevada durante la segunda mitad. Igual evolución siguen los distintos factores de producción privados, si bien con desigual intensidad. Mientras que el trabajo y los consumos intermedios experimentan una acentuada caída en los primeros ochenta, el descenso del capital privado es mucho menor, quizás debido a que las empresas no fueron capaces o no les resultó conveniente ajustar su stock de capital privado al ciclo económico. Esto se ve reforzado por el comportamiento en la fase expansiva, donde el capital privado crece a tasas muy inferiores a las del producto. Finalmente, el stock de capital público presenta un incremento importante durante todo el período si bien el comportamiento cíclico se observa por la diferente intensidad de crecimiento en la fase recesiva y expansiva.

Algunos ratios referidos al sector industrial español se presentan en la Tabla 6.5.

Tabla 6.5 Ratios sobre la evolución de la industria en España

	SC/Y	CV/Y	Kp/Y	Kg/Y	Kg/Kp	Z _L	Z _M	Z _{Kp}
1980	0,899	0,852	0,562	0,355	0,631	0,270	0,730	0,055
1981	0,909	0,856	0,579	0,372	0,643	0,267	0,733	0,062
1982	0,910	0,853	0,598	0,397	0,663	0,264	0,736	0,067
1983	0,923	0,850	0,573	0,402	0,702	0,252	0,748	0,086
1984	0,929	0,852	0,576	0,427	0,741	0,241	0,759	0,090
1985	0,917	0,845	0,564	0,435	0,771	0,230	0,770	0,086
1986	0,893	0,834	0,544	0,437	0,804	0,235	0,765	0,071
1987	0,909	0,829	0,505	0,420	0,831	0,226	0,774	0,097
1988	0,904	0,833	0,466	0,398	0,855	0,216	0,784	0,086
1989	0,906	0,837	0,445	0,390	0,877	0,215	0,785	0,082
1990	0,915	0,843	0,441	0,401	0,911	0,222	0,778	0,086
1991	0,914	0,846	0,446	0,422	0,948	0,224	0,776	0,080
TCMA 80-91	0,14%	-0,06%	-1,91%	1,47%	3,46%	-1,54%	0,51%	3,17%
TCMA 80-85	0,33%	-0,14%	0,06%	3,46%	3,41%	-2,64%	0,89%	7,73%
TCMA 86-91	0,39%	0,24%	-3,26%	-0,58%	2,79%	-0,80%	0,24%	2,01%

FUENTE: Elaboración propia a partir de la EI y FBBV (1995).

NOTA: Z_{Kp} se define como el ratio entre el coste del capital privado y los costes variables.

En concreto, resulta interesante destacar los ratios de los capitales respecto al producto. En ambos casos el ratio presenta una tasa de crecimiento positiva en la primera mitad, aunque mucho mayor en el caso del capital público, y negativa en los últimos ochenta, si bien

mayor en el caso del capital privado. En ambos casos la explicación parece clara: los stocks de capital no han aumentado en la etapa de expansión al mismo ritmo que ha incrementado el producto. Por otra parte, el ratio capital público-capital privado muestra una tendencia creciente durante todo el período. En lo referido a la participación de los factores productivos en los costes variables, alrededor de tres cuartas partes de los costes están constituidas por los consumos intermedios, proporción que ha ido en aumento a lo largo del período. Por contra, la participación del trabajo ha experimentado un continuo descenso.

En las Tablas 6.6 y 6.7 se muestra la diferenciación regional de las variables que han sido comentadas en las tablas anteriores. Se puede observar que Cataluña, seguida del País Vasco, Madrid y Valencia son las cuatro CCAA que acumulan el mayor porcentaje de actividad industrial de España, casi un 60%, mientras que el capital público que poseen no llega al 40 %. En el extremo opuesto se encuentran Andalucía, Castilla-León, Castill-La-Mancha y Extremadura que acaparan un 35% del capital público total, con tan sólo un 21% sobre el total del producto.

Tabla 6.6 Participación regional en la industria española

	SC	CV	Y	L	M	Kp	Kg
AND	9,693	9,626	9,877	8,918	9,940	10,374	16,526
ARA	4,373	4,383	4,357	3,872	4,522	4,085	6,355
AST	2,914	2,775	2,709	2,791	2,684	5,176	3,573
CANT	1,802	1,715	1,700	1,769	1,672	3,074	1,366
C-L	6,923	6,992	6,971	5,599	7,502	5,885	10,057
C-M	3,091	3,098	3,178	3,240	3,301	2,926	6,262
CAT	25,854	26,087	25,965	25,520	25,676	22,486	14,157
VAL	10,491	10,550	10,640	12,083	10,760	9,601	9,924
EXT	0,669	0,654	0,650	0,833	0,714	0,836	3,511
GAL	5,089	5,152	5,100	5,346	5,320	4,213	6,773
MAD	11,534	11,659	11,854	11,832	11,277	9,789	6,763
MUR	1,866	1,881	1,868	2,285	1,943	1,651	2,357
NAV	3,012	3,040	3,006	2,694	3,054	2,629	2,655
PV	11,596	11,288	10,975	12,049	10,449	16,326	7,753
RIO	1,091	1,099	1,150	1,170	1,186	0,950	1,968

FUENTE: Elaboración propia a partir de la EI y FBBV (1995).

NOTA: Las magnitudes muestran el porcentaje que representa cada CCAA sobre el total de las 15 regiones.

Analizando los ratios se observa cómo el porcentaje que representan los costes por unidad de producto es muy similar en todas las CCAA, mientras que el ratio capital privado-output presenta una mayor dispersión. En concreto, Asturias, Cantabria y País Vasco son las

regiones que manifiestan unos ratios más elevados, es decir, para producir una unidad de output en estas regiones se necesitan unas mayores dotaciones de capital privado. Este resultado es, sin duda, debido al tipo de especialización de dichas regiones en sectores intensivos en capital poco productivo. Finalmente, se observan grandes disparidades en los ratios que conciernen al capital público. El ratio capital público/producto presenta los valores más elevados en Extremadura, Castilla-La Mancha, La Rioja y Andalucía, que vuelven a aparecer como las regiones con mayores ratios capital público/capital privado junto a Galicia y Castilla-León. Cabe apuntar que dichos ratios se deben más a una insuficiencia de capital industrial privado en estas regiones que no a una elevada dotación de infraestructuras.

Tabla 6.7 Ratios de la industria española por regiones

	SC/Y	CV/Y	Kp/Y	Kg/Y	Kg/Kp	Z _L	Z _M	Z _{Kp}
AND	0,894	0,822	0,544	0,677	1.245	0,209	0,791	0,087
ARA	0,914	0,849	0,485	0,590	1.216	0,203	0,797	0,077
AST	0,98	0,864	0,989	0,534	0.539	0,255	0,745	0,133
CANT	0,965	0,851	0,936	0,325	0.347	0,245	0,755	0,134
C-L	0,904	0,846	0,437	0,584	1.335	0,199	0,801	0,069
C-M	0,886	0,823	0,477	0,797	1.672	0,188	0,812	0,077
CAT	0,907	0,848	0,448	0,221	0.492	0,239	0,761	0,07
VAL	0,898	0,837	0,467	0,377	0.808	0,228	0,772	0,073
EXT	0,938	0,85	0,666	2,186	3.282	0,202	0,798	0,104
GAL	0,909	0,852	0,428	0,537	1.256	0,203	0,797	0,066
MAD	0,886	0,83	0,428	0,231	0.540	0,281	0,719	0,068
MUR	0,91	0,85	0,458	0,510	1.116	0,204	0,796	0,071
NAV	0,912	0,853	0,453	0,357	0.789	0,224	0,776	0,07
PV	0,962	0,868	0,77	0,286	0.371	0,295	0,705	0,109
RIO	0,864	0,806	0,428	0,692	1.618	0,207	0,793	0,071

FUENTE: Elaboración propia a partir de la EI y FBBV (1995).

Finalmente, en la Tabla 6.8 se muestra la dispersión sectorial. El sector de Alimentación, bebidas y tabaco (S8) es el que presenta una mayor participación sobre el total de la industria española en costes, producto y cantidades de los factores productivos, seguido por el de Material de transporte (S7). También resulta interesante destacar que el sector de Minerales metálicos y siderometalurgia (S1) es el que presenta un mayor coste por unidad de producto y un mayor ratio capital privado/output.

La gran variabilidad que se observa en las magnitudes de las variables entre los distintos sectores y regiones nos hace pensar que el efecto que pueden tener las infraestructuras

sobre los costes va a depender, en gran medida, del sector manufacturero y de la región concreta que se considere. De ahí la importancia de considerar la máxima desagregación posible en el cálculo de las distintas elasticidades.

Tabla 6.8 Participación sectorial en la industria española

	SC	CV	Y	L	M	Kp	C/Y	CV/Y	Kp/Y
S1	7,377	6,992	6,629	4,883	6,822	14,680	1,013	0,890	1,147
S2	6,312	6,045	6,617	8,116	6,105	9,728	0,869	0,771	0,761
S3	9,822	9,584	9,940	6,422	9,291	12,795	0,900	0,813	0,666
S4	8,095	8,079	8,084	11,907	7,283	8,090	0,912	0,843	0,518
S5	4,326	4,404	4,397	5,373	4,108	2,980	0,896	0,845	0,351
S6	5,422	5,490	5,601	6,218	4,837	4,263	0,882	0,827	0,394
S7	13,497	13,639	12,786	11,294	13,710	10,289	0,961	0,900	0,417
S8	22,605	23,182	23,095	14,978	26,414	14,604	0,891	0,847	0,327
S9	8,317	8,409	8,340	13,267	7,939	6,686	0,908	0,851	0,415
S10	5,754	5,710	5,974	5,809	5,430	6,692	0,877	0,806	0,580
S11	3,922	3,895	3,912	4,009	3,629	4,947	0,913	0,840	0,655
S12	4,551	4,571	4,625	7,723	4,431	4,247	0,896	0,834	0,476

FUENTE: Elaboración propia a partir de la EI y FBBV (1995).

NOTA: Las magnitudes de las seis primeras columnas muestran el porcentaje que representa cada sector sobre el total de los 12 sectores considerados, mientras que las tres últimas son los ratios respecto al output.

6.5 EVIDENCIA EMPÍRICA EN LA INDUSTRIA ESPAÑOLA

A fin de estimar la función de costes que más se adecue a la economía española se implementan los contrastes que han sido comentados en el apartado 6.3. En primer lugar, se analiza si la economía española presenta niveles óptimos de capital privado. El resultado del test de Schankerman y Nadiri (1986) es altamente significativo (con un valor de 338914.5), indicando un claro rechazo de la hipótesis de equilibrio estático para el capital privado y, por tanto, rechazo de la hipótesis de equilibrio en el largo plazo. En consecuencia, el modelo adecuado a estimar sería el formado por las ecuaciones (6.42) y (6.43). Existen diversas razones que pueden justificar este resultado. En primer lugar y de forma genérica, la compra/venta de maquinaria o la ampliación/disminución de las instalaciones de las empresas llevan asociados unos costes de inversión y desinversión que hacen imposible el ajuste instantáneo de los niveles reales de capital privado a los óptimos. Asimismo, el mercado de crédito durante los años ochenta en España presentaba unos intereses muy elevados, debido a la apreciación de la peseta, que no hacían fácil la inversión privada a pesar de que las perspectivas económicas fueran buenas hacia mediados y finales de

los ochenta. Una elevada inflación, con la incertidumbre que genera, podría ser otra causa. Todas estas razones, entre otras, podían dificultar que las empresas manufactureras españolas se ajustasen con rapidez a los niveles de capital privado óptimos.

Por otra parte, cuando se contrasta la validez del lema de Shephard en la función de costes, se obtiene un claro rechazo del mismo, con un valor del test de 76.37. De hecho, en la mayoría de trabajos no se contrasta la validez del mismo sino que, por el contrario, se imponen a priori las restricciones que el lema implica. Tan sólo se ha contrastado, por lo que conocemos, en los trabajos de Appelbaum (1978) para la economía de EEUU y Doménech (1993) para el sector bancario español, rechazando en ambos casos su validez. Por tanto, a pesar de que en muchos trabajos se justifica la estimación de las distintas funciones a través de un modelo SURE restringido (Morrison y Schwartz, 1996b) ya que se impone estructura y robustez al modelo para incrementar la eficiencia de la estimación, no consideramos que sea adecuado dado el resultado del test. Así, el proceder más apropiado consiste en estimar la función de costes y utilizar los parámetros así conseguidos para obtener las funciones de demanda de los inputs variables y fijos. De esta manera, si bien se puede perder algo en eficiencia, se gana en consistencia, ya que en este caso en que las restricciones entre ecuaciones no son válidas, imponerlas supondría una pérdida de consistencia, lo que conduciría a un sesgo en la estimación de las elasticidades.

Los resultados de la estimación de la función de costes se muestran en la Tabla 6.9. Todos ellos se han obtenido considerando efectos regionales y sectoriales fijos, según el resultado del contraste de Hausman.

En primer lugar consideramos la estimación de los parámetros para analizar la plausibilidad general de la estimación de la función. La variable precio de los factores y el producto presentan signos positivos altamente significativos indicando que a mayores precios de los factores y a mayor output mayores serán los costes de producción. Además, los parámetros de los capitales privado y público son negativos, tal como se esperaba. Sin embargo, hay que tener en cuenta que dichas variables aparecen multiplicadas con el resto de variables por lo que los signos de las mismas tal cual no son del todo explicativos de forma aislada sino que tiene que verse el resultado final de los efectos. En este sentido hay que comentar

la falta de significación de ciertas variables referidas al capital público. Dado que es un punto clave de nuestro estudio, se ha analizado el resultado del estadístico de la F para ver la significación global de la variable capital público (test F_1). El resultado del test nos lleva a rechazar la hipótesis nula de que todos los parámetros que contienen al capital público son irrelevantes, concluyendo que es una variable con plena justificación en esta función de costes.

Tabla 6.9 Estimación de la función de costes

Coefficiente	Valor estimado	t-Student
β_0	0.903	0.29
β_L	0.463	3.67
β_Y	1.188	17.26
β_{Kp}	-0.314	-4.68
β_{Kg}	-0.061	-0.11
β_t	-0.098	-3.68
β_{LL}	0.003	0.09
β_{YY}	0.026	3.05
β_{KpKp}	0.027	3.31
β_{KgKg}	0.009	0.20
β_{TT}	0.008	17.95
β_{LY}	-0.027	-1.98
β_{LKp}	0.069	4.74
β_{LKg}	-0.043	-3.63
β_{LT}	-0.010	-4.18
β_{Ykp}	-0.0257	-3.12
β_{Ykg}	-0.017	-2.63
β_{YT}	-0.001	-0.43
β_{KpKg}	0.020	3.36
β_{KpT}	0.002	2.02
β_{KgT}	-0.001	-0.66

R^2 del modelo: 0.995

Tests de Especificación:

$(F_1) F(3, 2083) = 11.63$

$(F_2) F(25, 2083) = 335.63$

$(F_3) F(14, 2083) = 8.45$

$(F_4) F(11, 2083) = 82.08$

NOTAS: Número total de observaciones: 2160. F_1 : Contraste de significación global de los parámetros vinculados al capital público; F_2 : Contraste de significación de las ficticias regionales y sectoriales; F_3 : Contraste de significación de las ficticias regionales; F_4 : Contraste de significación de las ficticias sectoriales.

Además, dado que estamos interesados en estudiar la variabilidad de los efectos de las infraestructuras entre los diferentes sectores manufactureros y las regiones, se han implementado varios tests de significación global de la F a fin de concluir acerca de la necesidad de considerar efectos regionales y sectoriales específicos. Con este objetivo se compara el modelo inicialmente considerado con dummies regionales y sectoriales, con tres modelos alternativos: sin ningún tipo de efectos (test F_2), sin efectos regionales (test F_3), y sin efectos sectoriales (test F_4). La hipótesis nula de que los coeficientes de las dummies son cero se rechaza en los tres casos, sugiriendo que existen tanto diferencias sectoriales como regionales en la estructura de costes de las firmas españolas. Parece ser, por tanto, que ante unas mismas dotaciones de factores privados y de precios de los factores existen diferentes niveles de coste según el sector y la región debido, entre otras cosas, a las características tecnológicas y de eficiencia en cada uno de ellos. De hecho, a conclusiones similares se ha llegado en otros estudios sobre el sector industrial español. Así, los trabajos de Suárez (1992) y Velázquez (1993) que analizan las economías de escala, el poder de mercado y el nivel tecnológico para la industria española obtienen grandes diferencias entre sectores y regiones.

Dados estos resultados sobre la variabilidad sectorial y regional, parecería adecuado realizar la estimación de la función de costes para cada sector (considerando en tal caso variabilidad regional y temporal) y para cada región (con variabilidad sectorial y temporal). Sin embargo, siguiendo tal estrategia nos encontraríamos con el problema de la multicolinealidad ya que se seguiría con el mismo número de parámetros mientras que la variabilidad habría disminuido considerablemente. Por esta razón, se ha preferido estimar la función de costes con el panel completo a fin de incrementar la variabilidad, a la vez que controlamos las diferencias regionales y sectoriales a través de la consideración de distintos niveles en el término constante. De esa forma los parámetros estimados serán más fiables, a la vez que se puede igualmente obtener elasticidades específicas de los capitales público y privado para cada región y sector y en cada uno de los años.

Basándonos en los parámetros estimados es posible obtener las elasticidades que se han comentado en el apartado 6.3.1. sobre los efectos del capital público y privado. A pesar de que se han obtenido todas las elasticidades para cada una de las regiones y cada uno de los

sectores en cada año, es decir, tantas como número de observaciones, sólo se presentan algunos promedios que pueden resultar interesantes. Concretamente se presentan cuatro medias: una regional, otra sectorial, otra temporal y una última global. La obtención de las mismas se ha realizado ponderando la elasticidad para cada observación por el porcentaje que el producto en esa observación específica representa sobre el producto global en dicha región, sector o año, respectivamente.

En primer lugar se analizan las elasticidades que se han obtenido en el corto plazo, para el capital público y el privado, y a continuación sus efectos a largo.

Efectos en el corto plazo

La elasticidad del coste respecto al capital público en el corto plazo, ε_{SCKg}^{SR} , (Tabla 6.10) tiene un efecto medio positivo (0.027) indicando que cuando el stock de capital público aumenta en un 1%, el coste de producción incrementa en un 0.027%, un valor pequeño pero de signo positivo en promedio. Este resultado indica que, en términos generales, la industria española no se ha beneficiado de una reducción en costes como consecuencia de los incrementos en infraestructuras que se han observado en todas las regiones españolas durante los años ochenta. En cuanto a la variabilidad, en lo referido a las regiones se observa que Navarra presenta la elasticidad más pequeña, siendo prácticamente nula, mientras que Andalucía seguida de Extremadura presentan los resultados positivos mayores.

Asimismo, los costes en los sectores 5 (Maquinaria y equipamiento agrícola e industrial) y 6 (Maquinaria y material eléctrico) prácticamente no se han visto alterados respecto a las dotaciones de infraestructuras, mientras que los sectores 1 (Minerales metálico y primera transformación de metales), 2 (Minerales y productos no metálicos), 3 (Química) y 9 (Productos textiles, cuero y calzados) son los más perjudicados.

Tabla 6.10 Efectos del capital público en el corto plazo

	$Kp = \bar{K}p$				$Kp = Kp^*$			
	ε_{SCKg}	S_{Kg}	ε_{LKg}	ε_{MKg}	ε_{SCKg}	S_{Kg}	ε_{LKg}	ε_{MKg}
MEDIAS GLOBALES								
	0.027	-0.011	-0.157	0.060	0.036	-0.015	-0.136	0.064
MEDIAS REGIONALES								
AND	0.037	-0.012	-0.162	0.059	0.044	-0.015	-0.148	0.062
ARA	0.021	-0.005	-0.171	0.058	0.031	-0.008	-0.146	0.061
AST	0.024	-0.012	-0.145	0.064	0.028	-0.014	-0.133	0.065
CANT	0.014	-0.007	-0.138	0.064	0.020	-0.009	-0.128	0.066
C-L	0.021	-0.007	-0.171	0.058	0.033	-0.012	-0.144	0.062
C-M	0.031	-0.007	-0.176	0.058	0.041	-0.010	-0.148	0.062
CAT	0.031	-0.015	-0.150	0.061	0.041	-0.021	-0.128	0.065
VAL	0.033	-0.010	-0.160	0.059	0.043	-0.014	-0.135	0.063
EXT	0.034	-0.006	-0.189	0.058	0.041	-0.007	-0.166	0.061
GAL	0.029	-0.009	-0.170	0.058	0.042	-0.014	-0.139	0.063
MAD	0.015	-0.006	-0.154	0.060	0.026	-0.012	-0.130	0.064
MUR	0.025	-0.009	-0.176	0.059	0.038	-0.015	-0.134	0.065
NAV	0.010	-0.003	-0.160	0.059	0.023	-0.008	-0.133	0.064
PV	0.027	-0.011	-0.141	0.063	0.030	-0.012	-0.133	0.064
RIO	0.013	-0.004	-0.176	0.058	0.028	-0.009	-0.142	0.063
MEDIAS SECTORIALES								
S1	0.040	-0.018	-0.172	0.087	0.043	-0.019	-0.167	0.087
S2	0.032	-0.005	-0.164	0.066	0.032	-0.005	-0.165	0.066
S3	0.033	-0.011	-0.169	0.071	0.034	-0.011	-0.166	0.071
S4	0.030	-0.008	-0.203	0.073	0.039	-0.011	-0.177	0.077
S5	0.004	-0.001	-0.116	0.030	0.010	-0.002	-0.095	0.032
S6	0.007	-0.002	-0.151	0.038	0.015	-0.004	-0.106	0.040
S7	0.024	-0.011	-0.274	0.097	0.044	-0.020	-0.230	0.104
S8	0.115	-0.060	-0.664	0.261	0.186	-0.105	-0.527	0.291
S9	0.032	-0.010	-0.183	0.059	0.045	-0.015	-0.147	0.064
S10	0.014	-0.003	-0.117	0.040	0.018	-0.004	-0.110	0.042
S11	0.008	-0.001	-0.091	0.029	0.011	-0.001	-0.083	0.030
S12	0.024	-0.003	-0.137	0.042	0.031	-0.004	-0.116	0.045
MEDIAS TEMPORALES								
1980	0.019	-0.008	-0.123	0.066	0.031	-0.014	-0.109	0.071
1981	0.023	-0.009	-0.127	0.065	0.033	-0.014	-0.112	0.069
1982	0.026	-0.010	-0.131	0.064	0.037	-0.015	-0.116	0.068
1983	0.029	-0.012	-0.137	0.063	0.036	-0.015	-0.124	0.066
1984	0.033	-0.013	-0.142	0.061	0.041	-0.016	-0.128	0.065
1985	0.035	-0.013	-0.148	0.060	0.043	-0.017	-0.130	0.064
1986	0.032	-0.012	-0.156	0.059	0.044	-0.017	-0.131	0.064
1987	0.028	-0.011	-0.164	0.058	0.036	-0.015	-0.146	0.061
1988	0.026	-0.011	-0.174	0.057	0.036	-0.016	-0.148	0.061
1989	0.024	-0.010	-0.183	0.056	0.035	-0.016	-0.153	0.060
1990	0.022	-0.009	-0.193	0.055	0.032	-0.014	-0.163	0.058
1991	0.021	-0.008	-0.204	0.055	0.031	-0.013	-0.168	0.058

Comparando este resultado promedio global con el obtenido en otros estudios para otras economías como la americana y la alemana, se observa cómo la elasticidad del coste respecto al capital público es un poco más pesimista, de magnitud similar pero de signo contrario, tal como se muestra en la Tabla 6.11.

Tabla 6.11 Algunos resultados de la elasticidad coste-capital público

	Morrison y Schwartz (1992)	Nadiri y Mamuneas (1994)	Seitz y Licht (1995)	Seitz (1995)
	Regional	Sectorial	Regional	Urbano
Prom.	-0.049	-0.129	-0.216	-0.127
max.	0.049	0.0234	-0.018	N/D
min.	-0.169	-0.2113	-0.357	N/D

NOTA: N/D: No disponible

Asimismo, en la Figura 6.6 se presenta un gráfico en tres dimensiones que sintetiza la respuesta en los costes ante los valores del capital público y privado dentro del rango observado por dichas variables en nuestra muestra y para los parámetros obtenidos en la estimación de la función de costes.

Tal como se observa, para niveles de capital público y capital privado no excesivamente elevados, aumentos en los stocks suponen disminuciones en los costes variables. Sin embargo, supongamos el caso extremo de que aumenta un tipo de capital manteniéndose el otro a niveles mínimos. Si aumentamos la dotación de capital privado sin aumentar la de público se produce una reducción considerable y continua en el nivel de los costes. En el caso diametralmente opuesto en el que se aumentara la dotación infraestructural mientras que la de capital privado se mantuviera en niveles mínimos, los costes de la industria se reducirían hasta cierto punto a partir del cual los costes nuevamente volverían a aumentar, si bien no a los niveles que se tenían inicialmente. Se vuelve a constatar, por tanto, la presencia de un nivel umbral de las infraestructuras a partir del cual ulteriores inversiones no causan reducciones en los costes. Sin embargo, en el caso más real en el que aumentan simultáneamente las dotaciones de capital público y privado, vemos que los costes de producción de la industria disminuyen, tanto más cuanto mayor sea el stock de capital privado. No obstante, también en este caso hace aparición el efecto umbral del capital público, observando cómo tras pasado un cierto nivel del stock de infraestructuras, los

costes vuelven a aumentar tanto más cuanto más capital privado se tenga, obteniéndose un máximo de costes cuando los niveles de capital público y privado son máximos.

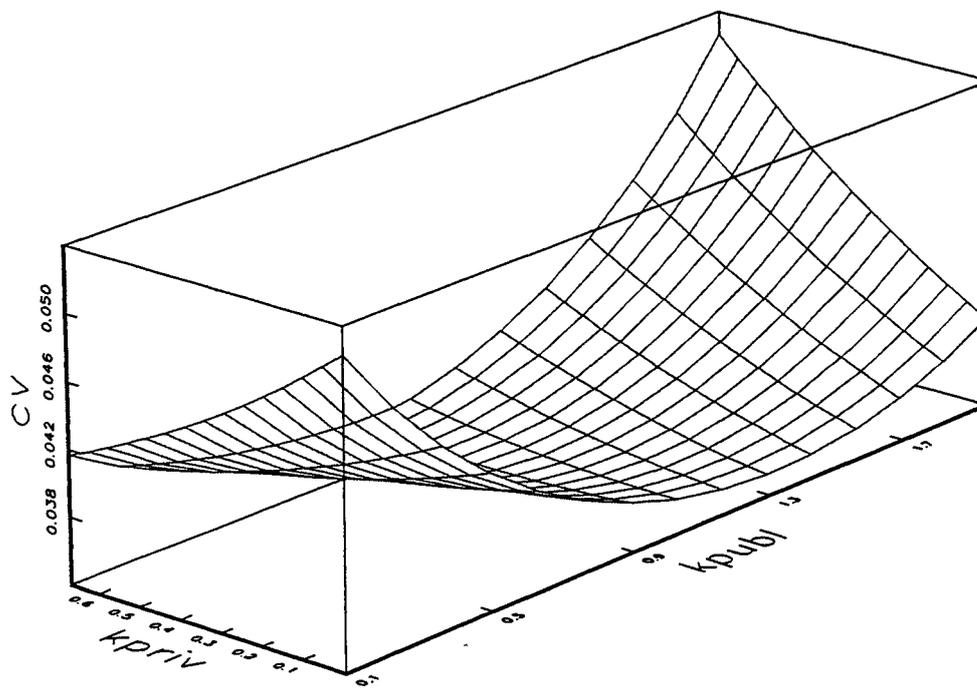


Figura 6.6 Comportamiento de los costes en la industria española

Paralelamente, repitiendo la misma idea anterior pero ahora con respecto a la elasticidad del capital público se obtiene la Figura 6.7. Se observa que para los valores más pequeños de capital público, el aumento del mismo supone reducciones de costes (elasticidad negativa), tanto más fuertes cuanto menores sean las cantidades de capital privado. Sin embargo, llega un cierto nivel de infraestructuras a partir del cual aumentos del capital público supone incrementos en los costes variables (elasticidad positiva) tanto más cuanto mayor sea la cantidad de capital privado existente.

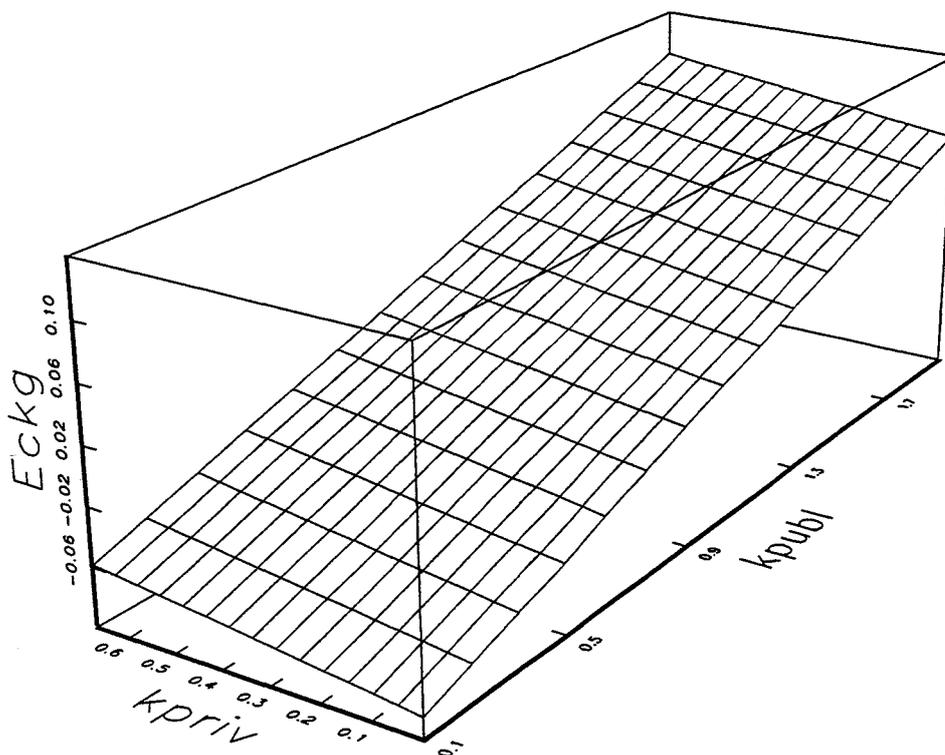


Figura 6.7 Comportamiento de la elasticidad coste-infraestructura en la industria española

Observando estas figuras y teniendo en cuenta los resultados mostrados en la Tabla 6.10, se concluye que todas las regiones y sectores industriales en España habrían alcanzado durante el período analizado, más o menos rápidamente, un umbral de dotación de capital público, de forma que posteriores aumentos del mismo elevan los costes de forma directa al stock existente de capital privado.

Según el resultado promedio, y siguiendo con la Tabla 6.10, las medidas de disponibilidad a pagar del sector industrial por las infraestructuras resulta negativa. Es decir, la industria española no parece haberse beneficiado en el corto plazo de ahorros en los costes por una mejor dotación infraestructural por lo que no estaría dispuesta a pagar por ello. Este resultado negativo para el precio sombra de las infraestructuras en el corto plazo es el resultado de una relación neta de complementariedad entre el capital público y los inputs variables privados. Esto puede observarse analizando el tipo de relación entre el capital

público y cada uno de dichos inputs, es decir, obteniendo la elasticidad de las infraestructuras con respecto a la demanda de empleo y de consumos intermedios. En promedio, se concluye que las infraestructuras son ahorradoras de trabajo y consumidoras de intermedios para todas las regiones y sectores en todo el período. De hecho, existe una conclusión bastante unánime en la literatura a favor de una relación de sustituibilidad entre el empleo y el capital público (Berdnt y Hanson, 1992; Nadiri y Mamuneas, 1994; Seitz y Licht, 1995) indicando que las inversiones en infraestructuras permiten que las empresas puedan producir la misma cantidad de output con menos costes de empleo y, en consecuencia, de forma más eficiente.¹⁶ Sin embargo, esta mayor dotación infraestructural también llevaría emparejada un mayor requerimiento de consumos intermedios que, dado su mayor representación porcentual en los costes variables, supone un resultado neto de aumento en los costes. Asimismo, se han de resaltar varios aspectos al respecto de la relación del capital público con los inputs privados. En primer lugar, la elasticidades infraestructuras-empleo son superiores que en el caso de los consumos intermedios indicando que el efecto del capital público en la reducción del empleo es de una cierta importancia porcentual (-0.157) mientras que la elasticidad respecto a los consumos intermedios es porcentualmente menor (0.059). En segundo lugar, la variabilidad entre sectores y regiones es inferior en el caso de los consumos intermedios. Finalmente, se observa para ambas elasticidades una evolución dispar en el tiempo. Así, mientras que la elasticidad infraestructura-empleo ha ido aumentando en valor absoluto en los años ochenta, la elasticidad infraestructura-consumos intermedios ha ido disminuyendo, si bien a un ritmo menor.

En la Tabla 6.10 también se ofrecen las elasticidades que se han comentado hasta ahora, para el caso hipotético de que se estuviera en los niveles óptimos de capital privado. Dado

¹⁶ A pesar de que en la mayoría de trabajos que han utilizado funciones de costes ampliadas con el capital público se obtiene una relación de sustituibilidad entre el capital público y el empleo, hay que destacar que en los dos trabajos que han realizado tal aproximación para el caso regional español (Avilés *et al.*, 1997b; Boscá *et al.*, 1998), la relación entre ambas variables resulta ser de complementariedad. Resulta curioso, sin embargo, que utilizando una misma especificación de la función translogarítmica, en un caso utilizando una muestra regional (Avilés *et al.*, 1997b) y, en otro, una sectorial (Avilés *et al.*, 1997a) se obtengan conclusiones opuestas: una relación de complementariedad en el primer trabajo y de sustituibilidad en el segundo. En esta investigación consideramos ambas desagregaciones simultáneamente, obteniendo una relación de sustituibilidad entre capital público y empleo. Esta circunstancia está en consonancia con la mayor variabilidad que obtenemos en los efectos para los diferentes sectores respecto a la obtenida para las regiones.

que los resultados no se diferencian, en ninguno de los casos, de forma sustancial respecto de los recién analizados, no es necesario realizar nuevos comentarios al respecto.

Estas mismas elasticidades referentes a las infraestructuras se han obtenido para el capital privado (Tabla 6.12). En términos generales se concluye que el promedio de la elasticidad de los costes de producción respecto al stock de capital privado es positivo, con una magnitud del 0.039. Las únicas excepciones son las regiones de Murcia, La Rioja y Extremadura, en este orden, presentan valores negativos de dicha elasticidad. En consecuencia, excepto para el caso de estas tres regiones, el precio sombra del capital privado es negativo. La desagregación del precio sombra en la contribución de los dos inputs variables permite observar como el efecto neto positivo es debido a la relación de complementariedad entre el capital privado y el empleo (elasticidad de 0.25) que no es capaz de compensar la relación de sustituibilidad con los consumos intermedios (elasticidad del 0.09), a pesar de que éstos representan el mayor porcentajes en los costes variables. Nuevamente para estas elasticidades, las diferencias entre sectores y regiones no son sustanciales.

Efectos en el largo plazo

Si bien los resultados anteriores son los que afectan a las empresas industriales en el corto plazo, el capital público puede influir a los costes privados y las demandas en los inputs en el largo plazo a través de alteraciones en el capital privado. Según los resultados en la Tabla 6.13, la elasticidad de los costes respecto al capital público en el largo plazo sigue siendo positiva, de magnitud ligeramente superior al valor en el corto plazo (si bien resulta superior al corto plazo en algunas regiones e inferior en otras) y con una diferenciación sectorial considerable, entre un valor de 0.007 para el sector de Productos del caucho y derivados del plástico hasta 0.181 del sector de Alimentos, bebidas y tabacos.¹⁷

¹⁷ El sector 8 correspondiente a Alimentación, bebidas y tabaco, presenta resultados bastante extremos en algunas de las elasticidades obtenidas. Con tal motivo y para evitar que nos estuviera desvirtuando el resto de resultados se ha obtenido la estimación de la misma forma funcional excluyendo los datos correspondientes a dicho sector. Sin embargo, los resultados globales de los efectos varían en muy pequeña medida por lo que se ha considerado conveniente dejarlo en la estimación definitiva, que es la que se está presentando.

Tabla 6.12 Efectos del capital privado en el corto plazo

	$Kp = \bar{K}p$				$Kp = Kp^*$			
	ε_{SCKp}	S_{Kp}	ε_{LKp}	ε_{MKp}	ε_{SCKp}	S_{Kp}	ε_{LKp}	ε_{MKp}
MEDIAS GLOBALES								
	0.039	-0.041	0.253	-0.097	0.052	-0.057	0.219	-0.103
MEDIAS REGIONALES								
AND	0.050	-0.052	0.262	-0.096	0.059	-0.064	0.238	-0.100
ARA	0.031	-0.036	0.277	-0.093	0.044	-0.053	0.236	-0.099
AST	0.034	-0.032	0.235	-0.104	0.040	-0.036	0.215	-0.105
CANT	0.010	-0.010	0.223	-0.103	0.018	-0.017	0.207	-0.106
C-L	0.042	-0.048	0.277	-0.093	0.057	-0.069	0.233	-0.100
C-M	0.014	-0.013	0.284	-0.093	0.030	-0.028	0.239	-0.100
CAT	0.049	-0.053	0.242	-0.098	0.063	-0.071	0.207	-0.105
VAL	0.031	-0.031	0.259	-0.095	0.046	-0.048	0.219	-0.102
EXT	-0.002	0.002	0.306	-0.093	0.010	-0.009	0.269	-0.098
GAL	0.016	-0.016	0.274	-0.094	0.036	-0.036	0.225	-0.102
MAD	0.044	-0.050	0.248	-0.097	0.058	-0.070	0.211	-0.104
MUR	-0.015	0.012	0.284	-0.095	0.008	-0.007	0.216	-0.104
NAV	0.014	-0.014	0.258	-0.095	0.033	-0.033	0.215	-0.103
PV	0.055	-0.057	0.227	-0.102	0.059	-0.063	0.214	-0.104
RIO	-0.008	0.007	0.284	-0.093	0.014	-0.012	0.229	-0.102
MEDIAS SECTORIALES								
S1	0.056	-0.050	0.278	-0.140	0.061	-0.053	0.269	-0.141
S2	0.041	-0.045	0.264	-0.106	0.041	-0.045	0.267	-0.106
S3	0.048	-0.054	0.273	-0.114	0.050	-0.057	0.268	-0.115
S4	0.029	-0.031	0.327	-0.118	0.043	-0.047	0.286	-0.124
S5	0.018	-0.025	0.188	-0.049	0.026	-0.037	0.154	-0.052
S6	0.021	-0.024	0.243	-0.061	0.031	-0.037	0.171	-0.065
S7	0.061	-0.080	0.442	-0.157	0.087	-0.119	0.371	-0.168
S8	0.025	-0.024	1.072	-0.422	0.133	-0.135	0.851	-0.470
S9	0.005	-0.005	0.295	-0.095	0.026	-0.026	0.237	-0.104
S10	0.029	-0.032	0.189	-0.065	0.033	-0.037	0.177	-0.067
S11	0.022	-0.024	0.147	-0.048	0.026	-0.029	0.135	-0.049
S12	0.007	-0.007	0.221	-0.068	0.018	-0.018	0.188	-0.072
MEDIAS TEMPORALES								
1980	0.050	-0.045	0.199	-0.106	0.065	-0.061	0.175	-0.115
1981	0.046	-0.043	0.205	-0.105	0.060	-0.057	0.181	-0.112
1982	0.042	-0.038	0.212	-0.103	0.056	-0.052	0.187	-0.110
1983	0.036	-0.039	0.221	-0.101	0.046	-0.052	0.200	-0.106
1984	0.030	-0.032	0.230	-0.099	0.041	-0.046	0.206	-0.104
1985	0.028	-0.028	0.239	-0.098	0.041	-0.042	0.210	-0.103
1986	0.032	-0.027	0.252	-0.096	0.048	-0.044	0.212	-0.103
1987	0.034	-0.042	0.265	-0.094	0.044	-0.057	0.235	-0.098
1988	0.035	-0.042	0.281	-0.092	0.049	-0.060	0.239	-0.098
1989	0.038	-0.045	0.296	-0.091	0.052	-0.065	0.247	-0.097
1990	0.044	-0.056	0.312	-0.089	0.056	-0.075	0.263	-0.094
1991	0.050	-0.059	0.329	-0.088	0.063	-0.079	0.271	-0.093

Tabla 6.13 Efectos del capital público y privado en el largo plazo

	ϵ_{SCKg}	S_{Kg}	ϵ_{LKg}	ϵ_{MKg}	ϵ_{SCKp}	S_{Kp}	Kp / Kp
MEDIAS GLOBALES							
	0.029	-0.008	-0.179	0.080	-0.025	0.031	2.026
MEDIAS REGIONALES							
AND	0.034	-0.009	-0.196	0.079	-0.012	0.017	1.684
ARA	0.025	-0.004	-0.196	0.078	-0.034	0.043	1.979
AST	0.022	-0.009	-0.173	0.082	-0.028	0.024	1.554
CANT	0.018	-0.006	-0.162	0.081	-0.050	0.045	1.775
C-L	0.025	-0.004	-0.195	0.079	-0.025	0.035	2.295
C-M	0.038	-0.006	-0.197	0.077	-0.041	0.039	2.205
CAT	0.033	-0.011	-0.168	0.081	-0.014	0.022	2.113
VAL	0.038	-0.008	-0.178	0.079	-0.030	0.035	2.144
EXT	0.041	-0.006	-0.225	0.076	-0.053	0.047	1.866
GAL	0.039	-0.008	-0.184	0.078	-0.040	0.041	2.589
MAD	0.018	-0.003	-0.173	0.081	-0.027	0.038	2.066
MUR	0.040	-0.009	-0.178	0.078	-0.066	0.055	2.736
NAV	0.020	-0.002	-0.175	0.079	-0.049	0.052	2.435
PV	0.021	-0.007	-0.172	0.081	-0.012	0.014	1.328
RIO	0.028	-0.004	-0.188	0.078	-0.068	0.065	2.764
MEDIAS SECTORIALES							
S1	0.034	-0.013	-0.212	0.109	-0.020	0.015	1.843
S2	0.025	-0.004	-0.213	0.085	-0.033	0.035	1.134
S3	0.026	-0.008	-0.215	0.091	-0.017	0.021	1.342
S4	0.035	-0.006	-0.233	0.097	-0.049	0.057	2.202
S5	0.006	-0.000	-0.135	0.043	-0.023	0.034	1.123
S6	0.011	-0.001	-0.158	0.051	-0.023	0.031	1.416
S7	0.033	-0.006	-0.306	0.131	-0.046	0.068	3.754
S8	0.181	-0.057	-0.676	0.349	-0.222	0.238	12.876
S9	0.045	-0.010	-0.195	0.079	-0.051	0.052	2.647
S10	0.012	-0.002	-0.147	0.054	-0.017	0.020	0.991
S11	0.007	-0.000	-0.114	0.040	-0.013	0.016	0.763
S12	0.029	-0.003	-0.155	0.057	-0.036	0.038	1.442
MEDIAS TEMPORALES							
1980	0.022	-0.004	-0.144	0.090	-0.063	0.065	2.170
1981	0.025	-0.006	-0.148	0.087	-0.050	0.053	2.047
1982	0.029	-0.008	-0.151	0.085	-0.040	0.041	2.064
1983	0.031	-0.009	-0.160	0.082	-0.034	0.041	1.786
1984	0.036	-0.011	-0.164	0.080	-0.028	0.034	1.808
1985	0.039	-0.011	-0.168	0.079	-0.024	0.027	1.941
1986	0.039	-0.010	-0.171	0.079	-0.019	0.020	2.336
1987	0.030	-0.009	-0.190	0.076	-0.016	0.023	1.811
1988	0.030	-0.008	-0.195	0.076	-0.013	0.019	2.071
1989	0.028	-0.008	-0.204	0.075	-0.008	0.014	2.165
1990	0.024	-0.006	-0.219	0.074	-0.003	0.007	1.994
1991	0.022	-0.004	-0.229	0.074	0.003	0.001	2.124

Asimismo, resulta interesante observar que dicha elasticidad ha aumentado en los momentos de recesión y ha disminuido paulatinamente en los de expansión.

En la Figura 6.8 se muestra el comportamiento de la elasticidad costes-capital público en el largo plazo. Tal como cabía esperar, se repite prácticamente el resultado del corto plazo, con la única diferencia de que en este caso, para cantidades elevadas simultáneamente de capital público y de capital privado, la elasticidad empieza a disminuir ligeramente tal como muestra la inflexión que se produce en el plano. Es decir, cuando se posee una elevada dotación de capital privado, las empresas tienen una elevada actividad por lo que puede sacar mayor partido de las infraestructuras de su área, si bien muy pocas regiones y sectores de la industria española se habría alcanzado esa combinación adecuada de stocks de capital.

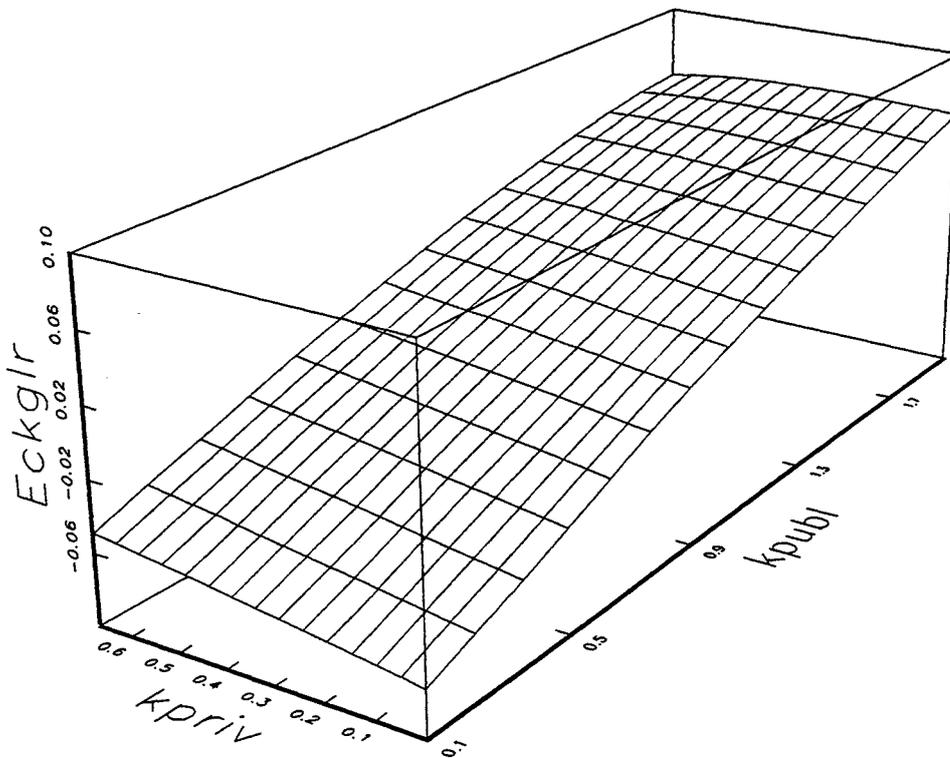


Figura 6.8 Comportamiento en el largo plazo de la elasticidad costes-infraestructuras

Como se deduce de la expresión (6.34) la ε_{CKg}^{LR} se descompone en la ε_{SCKg}^{SR} antes comentada y en el producto de ε_{CKp} y ε_{KpKg}^{LR} . Por tanto, el efecto total o a largo plazo dependerá del signo y magnitud de todos estos efectos. En nuestro caso, se trataría de comprobar si la segunda parte de la expresión, que tiene en cuenta el proceso de ajuste hacia la situación de equilibrio del capital privado, compensa el aumento medio en los costes ante aumentos de capital público en el corto plazo. Esto dependerá de la respuesta de los costes ante variaciones en el capital privado y de cómo éste se ve afectado en el largo plazo ante cambios en la dotación de capital público, lo que hemos definido como efecto localización del capital público. De la Tabla 6.14 se puede observar como el efecto localización presenta signo negativo, con un valor promedio de -0.130 en el corto plazo y -0.167 en el largo. Este resultado nos estaría indicando que las inversiones en infraestructuras no han conseguido estimular la inversión privada a lo largo del período analizado sino, en todo caso, lo contrario. Dada la relación directa positiva entre ambos, esta disminución en el capital privado ha provocado una reducción en los costes por lo que curiosamente parte del efecto a corto plazo de las infraestructuras sobre los costes se ve compensado. Todo ello hace que, en promedio, la ε_{CKg}^{LR} sea muy similar a la ε_{SCKg}^{SR} . Evidentemente, la situación más favorable hubiese sido aquella en la que el capital público hubiese atraído inversiones privadas y que éstas se hubiesen traducido en disminuciones de costes.

Del efecto localización antes comentado, conviene remarcar que la mayor parte del mismo se alcanza en el corto plazo, con una escasa variación regional, a pesar de que a nivel sectorial destacan por su valor extremo el sector de Alimentos, bebidas y tabaco, y en mayor medida los sectores de Material de transporte, Productos metálicos, Minerales metálicos y siderometalurgia, Minerales y productos no metálicos y Productos químicos.

Tabla 6.14 Efecto localización del capital público

	ε_{KpKg}^{LR}	ε_{KpKg}^{SR}	ε_{KpL}	ε_{KpM}	ε_{LKg}	ε_{MKg}
MEDIAS GLOBALES						
	-0.167	-0.130	0.697	0.897	-0.157	0.060
MEDIAS REGIONALES						
AND	-0.178	-0.134	0.684	0.888	-0.162	0.059
ARA	-0.178	-0.133	0.687	0.892	-0.171	0.058
AST	-0.160	-0.127	0.706	0.910	-0.145	0.064
CANT	-0.148	-0.117	0.719	0.927	-0.138	0.064
C-L	-0.181	-0.138	0.682	0.881	-0.171	0.058
C-M	-0.166	-0.121	0.700	0.915	-0.176	0.058
CAT	-0.162	-0.131	0.700	0.896	-0.150	0.061
VAL	-0.161	-0.124	0.701	0.905	-0.160	0.059
EXT	-0.170	-0.115	0.696	0.926	-0.189	0.058
GAL	-0.160	-0.121	0.706	0.916	-0.170	0.058
MAD	-0.169	-0.136	0.693	0.886	-0.154	0.060
MUR	-0.143	-0.108	0.724	0.941	-0.176	0.059
NAV	-0.162	-0.126	0.704	0.906	-0.160	0.059
PV	-0.170	-0.136	0.695	0.892	-0.141	0.063
RIO	-0.158	-0.116	0.702	0.913	-0.176	0.058
MEDIAS SECTORIALES						
S1	-0.206	-0.169	0.928	1.190	-0.172	0.087
S2	-0.198	-0.144	0.747	0.976	-0.164	0.066
S3	-0.198	-0.148	0.790	1.026	-0.169	0.071
S4	-0.208	-0.155	0.861	1.119	-0.203	0.073
S5	-0.116	-0.082	0.363	0.478	-0.116	0.030
S6	-0.126	-0.091	0.447	0.584	-0.151	0.038
S7	-0.284	-0.220	1.153	1.487	-0.274	0.097
S8	-0.600	-0.489	3.165	4.060	-0.664	0.261
S9	-0.163	-0.119	0.725	0.945	-0.183	0.059
S10	-0.135	-0.098	0.466	0.609	-0.117	0.040
S11	-0.105	-0.077	0.337	0.440	-0.091	0.029
S12	-0.130	-0.091	0.518	0.681	-0.137	0.042
MEDIAS TEMPORALES						
1980	-0.177	-0.164	0.680	0.848	-0.123	0.066
1981	-0.170	-0.153	0.691	0.866	-0.127	0.065
1982	-0.164	-0.144	0.698	0.881	-0.131	0.064
1983	-0.160	-0.133	0.704	0.897	-0.137	0.063
1984	-0.156	-0.125	0.708	0.908	-0.142	0.061
1985	-0.155	-0.121	0.709	0.912	-0.148	0.060
1986	-0.157	-0.123	0.706	0.907	-0.156	0.059
1987	-0.165	-0.119	0.701	0.913	-0.164	0.058
1988	-0.166	-0.119	0.700	0.914	-0.174	0.057
1989	-0.169	-0.118	0.695	0.912	-0.183	0.056
1990	-0.177	-0.119	0.687	0.909	-0.193	0.055
1991	-0.182	-0.121	0.680	0.902	-0.204	0.055

La Figura 6.9 representa los valores tomados por el efecto localización en el corto plazo para el rango de valores adoptados por el capital público y privado en la muestra utilizada. De él se desprende que parecen existir unos determinados niveles de capital público a partir de los cuales incrementos adicionales están asociados a disminuciones muy intensas de capital privado, mientras que para valores bajos de capital público el efecto no parece ser tan intenso. Es posible que esta circunstancia no sea ajena al proceso de descapitalización de algunos sectores, especialmente en algunas regiones concretas, que caracterizan al período analizado y que coinciden con incrementos continuados en las dotaciones de capital público en dichas regiones, como se evidencia de la evolución del capital privado y público recogida en la Tabla 6.4. Asimismo, dicho resultado también podría ser interpretado, al menos en parte, como evidencia de un efecto *crowding-out* por el que los requerimientos de financiación del sector público detraerían inversiones en el sector privado según la argumentación tradicional.

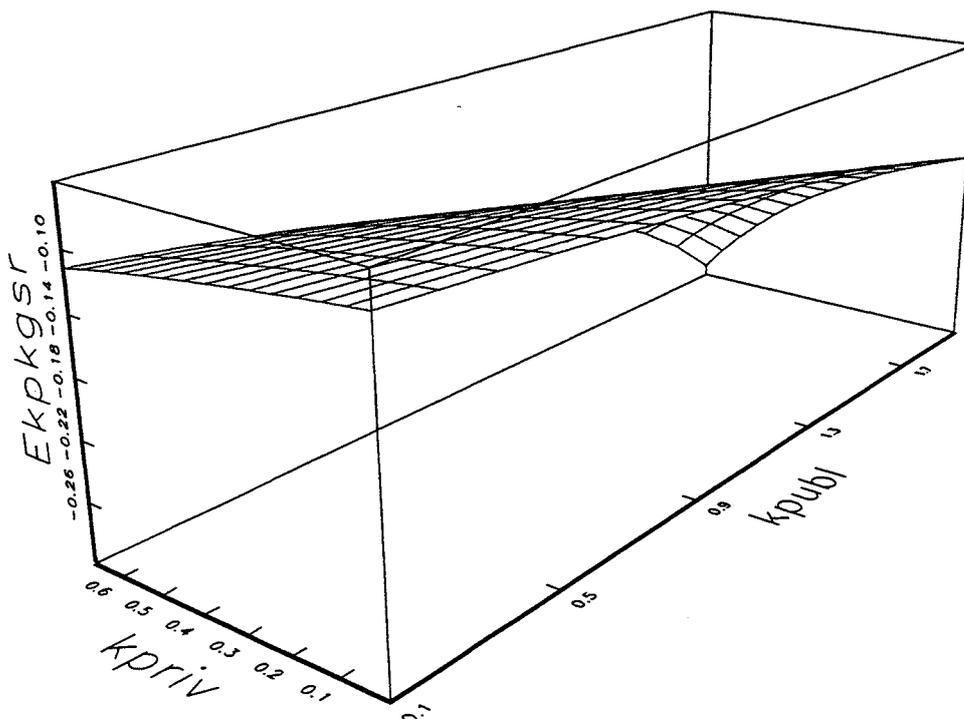


Figura 6.9 Influencia del capital público en el capital privado en el corto plazo

Una situación muy similar aunque más suave se observa para dicha relación en el largo plazo, tal como se muestra en la Figura 6.10.

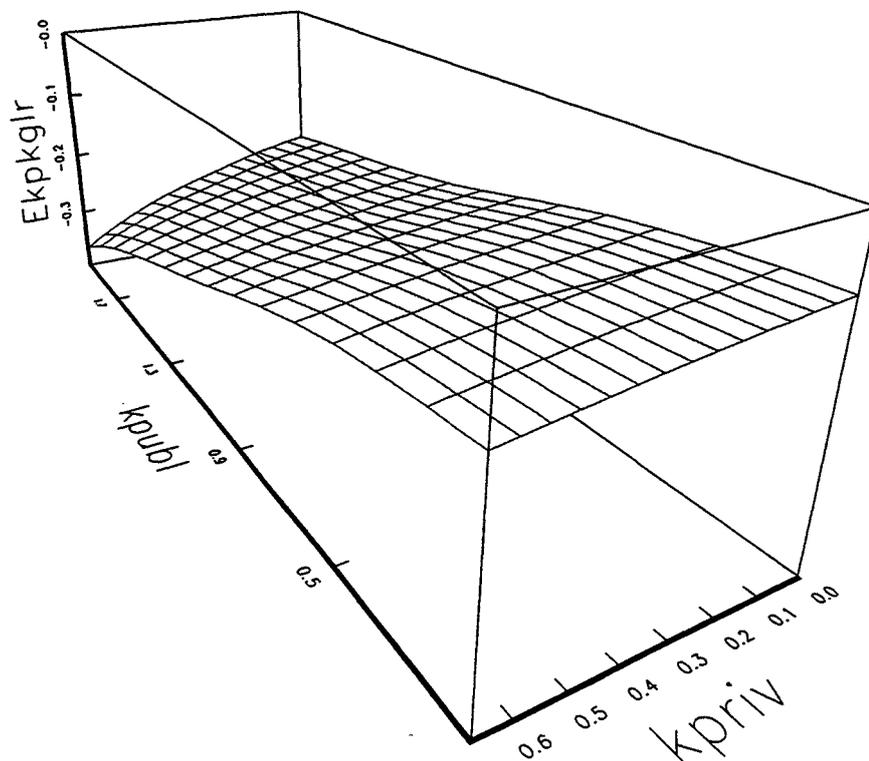


Figura 6.10 Influencia del capital público en el capital privado en el largo plazo

Por tanto, una conclusión clara parece desprenderse de todos los resultados anteriores. El efecto de las infraestructuras en el largo plazo no varía de forma sustancial en sus valores medios respecto a los obtenidos para el corto plazo. Una razón explicativa se basa en el resultado de que el capital público no ha sido capaz de atraer inversión privada en ninguno de los sectores industriales en todo el territorio español durante la década de los ochenta y primeros años noventa. Varias son las posibles explicaciones de este último fenómeno. Por una parte, el capital público y el privado pueden haber estado compitiendo por unos mismos recursos financieros para llevar a cabo proyectos de inversión, de forma que la inversión pública en infraestructuras puede haber supuesto un efecto de expulsión o *crowding-out* sobre los gastos en inversión privada. Por otra parte, se puede pensar que cuanto más financiación se requiere para proyectos públicos, una mayor tendencia puede

existir en el gobierno a subir los tipos impositivos, lo que sería un claro desincentivo para los inversores privados. Finalmente, otra fuente de sustituibilidad entre capital público y privado podría deberse al hecho de que las infraestructuras (sobre todo viarias, que pueden favorecer los intercambios entre distintas economías) pueden fortalecer aún más las economías de aglomeración existentes en las áreas más desarrolladas, haciendo que la inversión privada fluya de las economías menos desarrolladas a estas últimas. Los tres aspectos pueden estar en la raíz de la explicación del porqué las mayores dotaciones infraestructurales de que han dispuesto las regiones españolas no han servido para que sus empresas manufactureras se beneficiaran de reducciones en los costes.

Los resultados que se obtienen en el largo plazo para el capital privado son bastante distintos de los obtenidos en el corto. Así, la elasticidad promedio de los costes respecto al capital privado en el largo plazo (Tabla 6.13) presenta un valor de -0.025 , siendo negativa en todos los sectores y regiones durante todo el período. Por tanto, ahora las empresas estarían dispuestas a pagar por una inversión mayor en capital privado, como muestra el precio sombra promedio obtenido de valor 0.03 , es decir, por cada peseta invertida en maquinaria e instalaciones se reducen los costes en tres céntimos.

A una conclusión similar se llega si se analiza el ratio entre el capital privado óptimo y el real. El valor promedio de este ratio presenta un valor del 2.026 , indicando que las empresas están siguiendo un proceso de ajuste para llegar a los niveles óptimos de capital privado.

No obstante, este resultado global está escondiendo interesantes resultados desagregados. Todas las regiones poseen un ratio superior a la unidad, sin embargo, es interesante destacar las que tienen un ratio superior o inferior a la media nacional. Entre las que tienen un ratio inferior a la media se encuentran Andalucía, Aragón, Asturias, Cantabria, Extremadura y País Vasco, indicando que si bien su capital privado óptimo es superior al que poseen, lo es en menor cuantía que el resto de regiones. En referencia a los sectores, dos aspectos a resaltar. Existen dos sectores en donde el ratio es inferior a la unidad, los sectores de Caucho y derivados de plástico y Papel y derivados e imprenta, indicando que poseyeron durante el período analizado una dotación en capital privado superior a la

óptima. En segundo lugar, los sectores que poseen ratios más elevados y que, en conclusión, necesitan mayores inversiones en capital privado son los de Material de transporte, Textiles, piel y calzado y Productos metálicos y metalurgia. Finalmente, analizando la evolución temporal del mismo, se concluye que empezando la década de los ochenta con un ratio de valor 2.17, se produjo una disminución del mismo hasta mediados de los ochenta, para pasar a aumentar nuevamente a medida que se acababa la década. Parece, por tanto, que la evolución del ratio, si bien siempre con valores superiores a la unidad, ha experimentado una evolución pareja al ciclo económico, aumentando en períodos de expansión y disminuyendo en períodos de estancamiento. Es decir, parece ser que en momentos de elevada actividad económica se requiere mucho más capital privado del que se dispone, pero los empresarios son cautos y no aumentan las dotaciones de capital privado en la medida que lo necesitan por inseguridad ante la continuidad del buen momento económico.

Finalmente, en la Tabla 6.15 se presentan las elasticidades en relación al output. En concreto, la elasticidad del output con respecto al capital público presenta un valor negativo (-0.03), acorde con el signo de la elasticidad coste-infraestructura positivo presentado anteriormente. Este resultado estaría acorde con las conclusiones obtenidas a través de un enfoque primal, en trabajos como los de Holtz-Eakin (1994), García-Milà *et al.* (1996) y de la Fuente (1996) en los que concluyen que el capital público no supone incrementos del producto e incluso pueden suponer disminuciones en algunos casos. Asimismo, el valor en el largo plazo sigue siendo negativo pero un poco menor (-0.02). Respecto al capital privado, señalar que la elasticidad output-capital privado en el largo plazo presenta un valor de 0.03. Finalmente resaltar los resultados para las economías de escala, que se obtienen como las inversas de las elasticidades de los costes respecto al producto. En el corto plazo la industria española presenta unos rendimientos a escala crecientes con valor 1.13, que aumentan en el largo plazo hasta un 1.20. Estos resultados se encuentran en la línea de los presentados en otros estudios sobre las economías de escala de la industria española, como los de Suárez (1992) y Velázquez (1993) con rendimientos ligeramente crecientes. Si bien este resultado es compartido por todas las regiones, resulta de interés la variabilidad sectorial.

Tabla 6.15 Efectos en el output

	$\varepsilon_{YKg K\bar{P}}$	$\varepsilon_{YKg K\bar{P}^*}$	$\varepsilon_{CY K\bar{P}}$	$\varepsilon_{CY K\bar{P}^*}$	ε_{YKg}^{LR}	ε_{CY}^{LR}
MEDIA GLOBAL						
	-0.030	-0.043	0.883	0.829	-0.022	0.835
MEDIA REGIONAL						
AND	-0.043	-0.051	0.865	0.827	-0.031	0.834
ARA	-0.024	-0.037	0.890	0.836	-0.018	0.841
AST	-0.029	-0.034	0.845	0.833	-0.023	0.838
CANT	-0.018	-0.025	0.861	0.838	-0.016	0.839
C-L	-0.024	-0.039	0.892	0.834	-0.015	0.840
C-M	-0.035	-0.052	0.897	0.825	-0.034	0.827
CAT	-0.035	-0.048	0.883	0.824	-0.025	0.832
VAL	-0.037	-0.051	0.890	0.826	-0.031	0.830
EXT	-0.039	-0.052	0.881	0.828	-0.041	0.828
GAL	-0.032	-0.051	0.905	0.824	-0.029	0.827
MAD	-0.017	-0.030	0.893	0.837	-0.008	0.844
MUR	-0.027	-0.049	0.922	0.824	-0.031	0.822
NAV	-0.011	-0.028	0.911	0.839	-0.008	0.842
PV	-0.032	-0.036	0.849	0.831	-0.021	0.840
RIO	-0.014	-0.031	0.922	0.844	-0.015	0.843
MEDIA SECTORIAL						
S1	-0.049	-0.052	1.085	1.084	-0.038	1.093
S2	-0.039	-0.039	0.907	0.913	-0.030	0.919
S3	-0.039	-0.040	0.958	0.957	-0.028	0.964
S4	-0.034	-0.047	1.091	1.033	-0.028	1.037
S5	-0.004	-0.012	0.501	0.472	-0.000	0.475
S6	-0.008	-0.017	0.600	0.560	-0.004	0.563
S7	-0.028	-0.053	1.488	1.385	-0.016	1.395
S8	-0.126	-0.227	4.022	3.574	-0.126	3.579
S9	-0.036	-0.054	0.931	0.849	-0.035	0.850
S10	-0.016	-0.021	0.605	0.585	-0.010	0.589
S11	-0.010	-0.013	0.450	0.435	-0.004	0.439
S12	-0.027	-0.037	0.669	0.623	-0.025	0.624
MEDIA TEMPORAL						
1980	-0.022	-0.035	0.897	0.848	-0.011	0.858
1981	-0.026	-0.038	0.892	0.843	-0.016	0.852
1982	-0.030	-0.043	0.889	0.838	-0.022	0.845
1983	-0.033	-0.043	0.877	0.835	-0.026	0.841
1984	-0.038	-0.048	0.876	0.830	-0.032	0.834
1985	-0.040	-0.051	0.880	0.826	-0.034	0.830
1986	-0.037	-0.051	0.892	0.824	-0.030	0.829
1987	-0.033	-0.043	0.872	0.824	-0.026	0.829
1988	-0.030	-0.044	0.881	0.821	-0.023	0.826
1989	-0.028	-0.042	0.883	0.821	-0.020	0.825
1990	-0.026	-0.038	0.877	0.821	-0.016	0.826
1991	-0.024	-0.037	0.880	0.821	-0.012	0.827

Así, los sectores de Material de transporte, Minerales metálicos y primera transformación de metales y Productos metálicos y metalurgia no parecen capaces de operar con rendimientos a escala, mientras que en los casos del Caucho y derivados del plástico y Maquinaria y equipamiento agrícola e industrial alcanzan rendimientos a largo plazo incluso superiores a 2. Analizando la evolución temporal se observa que las economías de escala de la industria se han mantenido estables en el corto plazo, con incrementos y disminuciones alternadas pero sin importancia, mientras que en el largo plazo se ha seguido un proceso continuo de incremento gradual pero muy lento, pasando de un valor de las economías de escala de 1.16 a principios de los ochenta a un valor de 1.20 a principios de los noventa.

En conclusión, a nivel teórico, la principal aportación de estas secciones ha consistido en la consideración del marco adecuado para analizar el “efecto localización” del capital público y, de esta manera, poder obtener los efectos de las infraestructuras en el largo plazo.

Concretamente, la teoría de la dualidad aplicada al caso industrial español nos ha llevado a concluir que el stock de infraestructuras públicas no ha tenido un impacto positivo en términos de reducir los costes y, por tanto, aumentar la eficiencia. En nuestra opinión, una posible explicación de que la elasticidad del coste respecto al capital público sea positiva es la existencia de un nivel umbral en el impacto de las infraestructuras que quizás ya se hubiera alcanzado en la mayoría de las regiones españolas durante los años ochenta. En este sentido, hay que resaltar la peculiaridad del período considerado.

Por el contrario, el capital privado sí parece tener un efecto reductor de los costes de la industria manufacturera española, en el largo plazo. Además, el stock de capital privado que existía estaba por debajo de la cantidad que era socialmente óptima por lo que se puede concluir que los incentivos a invertir en capital privado puede ser una buena política para estimular la actividad manufacturera, incluso sin infraestructuras adicionales.

En nuestra opinión, estos resultados vienen a avalar la idea de que la dotación de infraestructuras no debería aumentarse independientemente del nivel de utilización de la misma. Si así se hiciera, llegaríamos a situaciones de sobrecapacidad y de despilfarro de

recursos. Apoyamos la idea dada por de Rus *et al.* (1995) de que las infraestructuras deberían aumentar en aquellas áreas con congestión en el uso de sus dotaciones. Por otra parte, los gobiernos deberían asegurarse de que las regiones menos desarrolladas estuvieran dotadas con el capital público mínimo para evitar que su carencia supusiera una restricción al establecimiento de nueva actividad económica. Por el contrario, parece ser que una política pública basada en la ayuda a la inversión privada puede ser efectiva en la reducción de los costes de las empresas y, por tanto, en el aumento de la eficiencia de las mismas.

6.6 TEORÍA DE LA DUALIDAD Y EXTERNALIDADES

6.6.1 De externalidades en la función de producción a externalidades en la función de costes

En la función de costes que se ha estimado hasta el momento únicamente se ha considerado la influencia de aquellos factores propios de la unidad de observación bajo análisis. Así, los costes de un sector en una determinada región se ven afectados, según la especificación en la ecuación (6.42), por los factores variables, cuasi-fijos y fijos del propio sector y región. Sin embargo, en el Capítulo 5 se ha analizado cómo en la función de producción hacen aparición una serie de efectos externos, tanto a la región como al sector, que influyen de manera significativa, en muchos de los casos, en el nivel de producto conseguido. Si esto es así, ¿no sería lógico pensar que dichas externalidades pueden ser también importantes en el caso de la función de costes, principalmente si tenemos en cuenta que la misma se deriva directamente de la función de producción?

Partiendo de una función de producción en la que se consideran las principales externalidades que han sido analizadas hasta el momento, en este apartado se deriva la función de costes correspondiente. En la misma hacen aparición tanto el efecto *spillover* de las infraestructuras como las externalidades interregionales e intersectoriales. Sin embargo, a pesar de que cabe esperar que tales efectos sean relevantes en la estimación que se va a llevar a cabo, inicialmente se contrasta la significación de los mismos. Para el caso de las externalidades regionales, la econometría espacial nos ofrece el marco adecuado para la contrastación y posterior estimación. En el caso de las externalidades sectoriales, hasta

ahora hemos propuesto una posible manera de contrastar su existencia a través de la utilización de los contrastes de autocorrelación contemporánea del modelo SURE. Sin embargo, en este apartado se propone la extensión de los problemas de autocorrelación o dependencia espacial al caso sectorial, mediante la utilización de una matriz de interconexión sectorial.

Haciendo memoria sobre los efectos externos que se han obtenido en la estimación de la función de producción para el caso de la industria española, tres han sido las principales conclusiones:

- i. Se constata que el capital público de las regiones adyacentes resulta significativo en la evolución del output de una región. En todos los casos, el parámetro resulta negativo por lo que más que recoger el efecto red de las infraestructuras estaría indicando, por ejemplo, que la disponibilidad de una buena dotación infraestructural en las regiones adyacentes hace que las firmas y la mano de obra cualificada se traslade a las mismas para disfrutar de dichas facilidades.
- ii. A través de los contrastes de autocorrelación contemporánea residual en un modelo SURE se ha contrastado y constatado la presencia de externalidades sectoriales: externalidad inter-sectorial regional interna y regional externa. Una vez introducidas las mismas explícitamente en la función de producción, se concluye que parecen ser las externalidades entre los sectores de una misma región las que acaban influyendo más en el output de un sector dado. Dicha externalidad es tanto positiva como negativa según el sector de que se trate. El resultado positivo podría venir explicado, entre otras causas, por la transmisión de tecnología y el comercio de bienes intermedios entre sectores que, de esta manera, internalizan los avances de la tecnología en los mismos productos comercializados. Así, cuanto más output tienen el resto de sectores, más venden al sector bajo consideración y mayores son las transmisiones de tecnología internalizadas en los propios bienes comercializados. Un signo negativo, por el contrario, estaría indicando que los mayores niveles de producto de los otros sectores suponen que la mano de obra más cualificada o los recursos financieros destinados a la actividad industrial se

desplazan hacia dichos sectores, abandonando el sector que se está considerando y, por tanto, perjudicando su nivel de producción.

- iii. Mediante los estadísticos de dependencia espacial se ha contrastado la presencia de externalidades regionales que deberían ser introducidas como un retardo espacial de la variable endógena de la función de producción (tal como se obtiene en el modelo SURE que considera la misma muestra que en el caso que nos ocupa de la función de costes), es decir, el producto de las regiones vecinas formaría parte de la explicación de la evolución del producto de una región. En cuanto al signo del efecto, se obtienen tanto valores significativamente positivos como negativos. Los positivos estarían recogiendo, por ejemplo, las externalidades de demanda agregada por las que un mayor producto en las regiones vecinas hace que se demanden más bienes procedentes de la región bajo consideración y se aumente, en consecuencia, la producción de la misma. Los negativos vendrían explicados por la lucha a la que se ven enfrentadas las distintas CCAA por conseguir las inversiones en capital privado y los trabajadores más cualificados, por lo que cuanto mayor sea el producto en las regiones vecinas, los factores tenderán a desplazarse hacia aquellas regiones en las que ya existe una buena estructura industrial y en las que, por tanto, se puede sacar mayor rentabilidad a los factores de producción.

De este modo, en la especificación de la función de costes, se van a considerar los efectos externos que han resultado ser significativos en las estimaciones realizadas con la función de producción: el efecto *spillover* de las infraestructuras, la externalidad interregional y la intersectorial regional interna. Si se introducen todos estos efectos externos en la función de producción, la expresión finalmente considerada tendría la siguiente forma:

$$\ln Y_{ijt} = \mu a_{ijt} + \alpha \ln L_{ijt} + \beta \ln Kp_{ijt} + \gamma_1 \ln Kgb_{ijt} + \gamma_2 \ln Kgb_{p,ijt} + \delta_1 \ln Y_{p,ijt} + \delta_2 \ln Y_{p,t} \quad (6.45)$$

Para seguir con la misma especificación de la función de costes que se ha considerado en este capítulo, vamos a considerar que existen dos inputs variables (empleo y consumos intermedios), un input cuasi-fijo (el capital privado) y un input fijo que viene dado de

forma externa a la empresa (el capital público). Con estos inputs y siguiendo el proceso de derivación de la función de costes dual a la función de producción 6.45 (véase Berndt, 1991, pág.68-69), la función de costes Cobb-Douglas que se acaba obteniendo resulta ser:

$$\ln C_{ijt} = \beta_0 + \beta_L \ln P_{L_{ijt}} + \beta_M \ln P_{M_{ijt}} + \beta_{Kp} \ln Kp_{ijt} + \beta_{Kgb} \ln Kgb_{ijt} + \beta_{Kgb\rho_i} \ln Kgb_{\rho_i jt} + \beta_{\rho_j i} \ln Y_{\rho_j it} + \beta_{\rho_j j} \ln Y_{\rho_j jt} \quad (6.46)$$

Sin embargo, dadas las ventajas de la utilización de formas funcionales flexibles y para utilizar la misma especificación que la que se ha venido utilizando hasta el momento en este capítulo, convertiremos la función (6.46) en su contrapartida translogarítmica. Una vez estimada tal especificación es posible obtener los efectos de los *spillovers* de las infraestructuras y las externalidades sectoriales y regionales sobre la estructura de costes de un sector en una región dada, mediante el cálculo de las correspondientes elasticidades.

Un rasgo diferenciador en la manera de considerar el stock de capital público, propio y de las regiones adyacentes, es que en lugar de considerarlos de forma separada en dos variables, se va a representar de forma conjunta como una media geométrica entre el capital público propio y el de las regiones vecinas. Es decir, se obtiene un solo parámetro tal que $Z_{it} = Kg_{it}^\theta \cdot Kg_{\rho_i t}^{1-\theta}$ siendo $\theta \in [0,1]$. De esta manera, el peso que tiene el capital público propio, θ , acaba siendo parametrizado y estimado de forma conjunta con los otros parámetros del modelo. El parámetro θ mide la contribución del capital público propio sobre los costes de una región mientras que $(1-\theta)$ mide la importancia que representa el capital público de las regiones vecinas sobre los costes de dicha región.¹⁸ Esta especificación implica una relación de complementariedad entre los dos factores.¹⁹

¹⁸ Varios son los trabajos, principalmente dedicados a la investigación de los efectos de la inversión en I+D en el crecimiento, que consideran especificaciones similares a la aquí considerada para analizar el efecto de la investigación propia y de otros países, tales como los de Nadiri y Kim (1996) y Bernstein y Yan (1997).

¹⁹ Nótese que la introducción de los dos componentes del capital público en una sola variable fuerza una relación de complementariedad entre ambos, lo que estaría en contradicción con los resultados obtenidos en el capítulo anterior. Sin embargo, con esta expresión se podrá analizar la característica de tipo red que poseen la mayor parte de las infraestructuras básicas, a la vez que se evita el tener más parámetros a estimar en una función ya de por sí compleja.

Finalmente, en la función de costes translog ampliada con los efectos externos, éstos van a ser introducidos sin considerar sus productos con el resto de factores, dado que lo que nos interesa es su efecto directo así como el tipo de rendimientos de los mismos.

De esta manera, la función que finalmente acaba siendo considerada es la siguiente (se omiten los subíndices referentes a regiones, sectores y observaciones temporales para facilitar la comprensión de la misma):

$$\begin{aligned}
 \ln CV = & \beta_0 + \ln P_M + \beta_L \ln \frac{P_L}{P_M} + \beta_Y \ln Y + \beta_{Kp} \ln Kp + \beta_{Kg} \ln(Kg^\theta \cdot Kg_{\rho_i}^{1-\theta}) + \beta_T t + \\
 & 0.5 \left[\beta_{LL} \ln^2 \frac{P_L}{P_M} + \beta_{YY} \ln^2 Y + \beta_{KpKp} \ln^2 Kp + \beta_{KgKg} \ln^2 (Kg^\theta \cdot Kg_{\rho_i}^{1-\theta}) + \beta_{TT} t^2 \right] + \quad (6.47) \\
 & \beta_{LY} \ln \frac{P_L}{P_M} \ln Y + \beta_{LKp} \ln \frac{P_L}{P_M} \ln Kp + \beta_{LKg} \ln \frac{P_L}{P_M} \ln (Kg^\theta \cdot Kg_{\rho_i}^{1-\theta}) + \beta_{LT} \ln \frac{P_L}{P_M} t + \\
 & \beta_{YKp} \ln Y \ln Kp + \beta_{YKg} \ln Y \ln (Kg^\theta \cdot Kg_{\rho_i}^{1-\theta}) + \beta_{YT} \ln Y t + \beta_{KpKg} \ln Kp \ln (Kg^\theta \cdot Kg_{\rho_i}^{1-\theta}) + \\
 & \beta_{KpT} \ln Kp t + \beta_{KgT} \ln (Kg^\theta \cdot Kg_{\rho_i}^{1-\theta}) t + \beta_{Y_{\rho_i}} \ln Y_{\rho_i} + \beta_{Y_{\rho_i} Y_{\rho_i}} \ln^2 Y_{\rho_i} + \beta_{Y_{\rho_j}} \ln Y_{\rho_j} + \beta_{Y_{\rho_j} Y_{\rho_j}} \ln^2 Y_{\rho_j}
 \end{aligned}$$

La estimación de la ecuación (6.47) debe realizarse por métodos de estimación mínimo-cuadráticos no lineales como consecuencia de la no linealidad del parámetro del capital público. Una vez estimada dicha ecuación estamos interesados en dos aspectos: por una parte, se busca la obtención de los efectos referentes al capital público y al capital privado que han sido presentados y obtenidos en las secciones precedentes de este mismo capítulo, a fin de determinar si la introducción de las externalidades nos hacen variar los resultados que ya se han obtenido para dichos efectos. En segundo lugar, se persigue la cuantificación del impacto que suponen los distintos efectos externos en los costes.

Respecto a este último aspecto, se van a obtener tres nuevos grupos de elasticidades:

- i. Por la forma en que queda introducido el efecto *spillover* del capital público, con interacciones con el resto de los factores, es posible obtener los efectos que posee el

capital público de las regiones vecinas sobre los costes así como el efecto sesgo sobre el resto de factores, tanto en el corto como el largo plazo.

- ii. La elasticidad de los costes de producción respecto a las externalidades interregionales sigue esta expresión:

$$\varepsilon_{SCY_{pi}} = \frac{\partial \ln SC}{\partial \ln Y_{pi}} = \frac{\partial \ln CV}{\partial \ln Y_{pi}} \frac{CV}{SC} = \beta_{Y_{pi}} + 2\beta_{Y_{pi}Y_{pi}} \ln Y_{pi} \quad (6.48)$$

- iii. La elasticidad de los costes respecto a la externalidad intersectorial regional interna:

$$\varepsilon_{SCY_{pj}} = \frac{\partial \ln SC}{\partial \ln Y_{pj}} = \frac{\partial \ln CV}{\partial \ln Y_{pj}} \frac{CV}{SC} = \beta_{Y_{pj}} + 2\beta_{Y_{pj}Y_{pj}} \ln Y_{pj} \quad (6.49)$$

No obstante, antes de introducir directamente las variables que recogen los efectos externos, se persigue poder contrastar objetivamente la presencia de los mismos, tal como proponemos en el siguiente apartado.

6.6.2 De la matriz de contactos espacial a la matriz de interconexión sectorial

Matriz de contactos espacial

La contrastación de la existencia de efectos interregionales, bien sean causados por el efecto *spillover* de las infraestructuras bien por la consideración del output de las regiones vecinas como aproximación a las externalidades de oferta, se va a basar en la aplicación de los contrastes de dependencia espacial que han sido utilizados hasta el momento. Sin embargo, el hecho de considerar simultáneamente un *pool* de datos tridimensional, correspondiente a distintos años, regiones y sectores, hace que sea necesario considerar una matriz de contactos un tanto especial. El objetivo es, por tanto, contrastar la presencia de externalidades interregionales cuando tenemos datos para varios sectores en cada región.

A fin de simplificar la exposición, vamos a considerar que tenemos un único período temporal, de forma que sólo existe variabilidad regional y sectorial.²⁰ La matriz de contactos interregionales supone que entre dos regiones vecinas (con frontera común), cada uno de los sectores de ellas se encuentra relacionado con todos los sectores de la otra. Supongamos que nuestra muestra posee tres regiones con tres sectores industriales en cada una de ellas y que la matriz de contigüidad física para esas tres regiones es tal que:

$$W = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

es decir, la región 2 mantiene frontera común con las regiones 1 y 3, pero no existe contacto físico entre estas dos últimas. Si ordenamos los datos por sectores dentro de cada región, la matriz de contigüidad física para el *pool* de datos regiones-sectores tendrá la siguiente forma:

		R1			R2			R3		
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₁	S ₂	S ₃	S ₁	S ₂	S ₃
R1	S ₁	0	0	0	1	1	1	0	0	0
	S ₂	0	0	0	1	1	1	0	0	0
	S ₃	0	0	0	1	1	1	0	0	0
R2	S ₁	1	1	1	0	0	0	1	1	1
	S ₂	1	1	1	0	0	0	1	1	1
	S ₃	1	1	1	0	0	0	1	1	1
R3	S ₁	0	0	0	1	1	1	0	0	0
	S ₂	0	0	0	1	1	1	0	0	0
	S ₃	0	0	0	1	1	1	0	0	0

De esta manera, seguimos manteniendo el *pool* de datos con la variabilidad que ello supone y, sin embargo, al utilizar esta matriz de contactos en los contrastes de autocorrelación

²⁰ A la hora de construir la matriz de contactos, considerar distintos períodos temporales resulta muy sencillo si se parte de la hipótesis de no existencia de autocorrelación espacial entre períodos temporales. En tal caso, la especificación de la matriz se realiza tal como se ha descrito en el apartado 5.3.4.1.

espacial, tan sólo estamos teniendo en cuenta las relaciones entre regiones, ya que a un sector de una región le están influyendo todos los sectores de las regiones colindantes geográficamente.

Matriz de interconexión sectorial

También estamos interesados en contrastar la presencia de externalidades intersectoriales (regional interna). En el capítulo anterior se han contrastado dichas externalidades en la función de producción a través del contraste de correlación contemporánea entre términos de perturbación de las distintas ecuaciones de un modelo SURE en el que cada ecuación corresponde a un sector. Sin embargo, para el caso de la función de costes, en la que queremos introducir la máxima variabilidad posible a través de la consideración del *pool* de datos, dicho método de contrastación no resulta adecuado. El objetivo es, por tanto, contrastar la presencia de externalidades intersectoriales dentro de una misma región cuando tenemos un *pool* de datos con regiones y sectores simultáneamente.

Si en el caso geográfico/espacial las regiones se encuentran relacionadas entre sí como consecuencia de la proximidad y de las mayores relaciones comerciales que ello supone, en el caso de los sectores industriales de una región, éstos se encuentran relacionados entre sí según las relaciones input-output existentes entre ellos. Por tanto, igual que en el caso de considerar distintas regiones surgen relaciones entre las mismas por contacto geográfico, generándose problemas de dependencia espacial, en el caso de considerar como observaciones *cross-section* distintos sectores, los problemas que aparecen son del tipo de (inter)dependencia o interconexión sectorial. Esta dependencia sectorial supondría las mismas consecuencias econométricas que la autocorrelación espacial, por lo que su contrastación y especificación resultan de gran importancia.

¿Cómo se pueden reflejar los problemas de dependencia sectorial? Proponemos la utilización de la idea de las matrices de contacto traspasada a un contexto sectorial. En este caso, las interconexiones entre sectores no vienen explicadas por ningún tipo de proximidad geográfica, pues carecería de sentido, sino, por ejemplo, por las relaciones input-output entre los mismos. Así, si se piensa que las externalidades se transmiten vía transmisión de tecnología por medio de la compra de bienes intermedios, los pesos más apropiados para la

matriz de interconexión sectorial serían los porcentajes de los materiales recibidos de cada uno de los restantes sectores. Por el contrario, cuando se considera que las externalidades provienen de la demanda agregada que los demás sectores realizan de los productos de un sector, entonces los pesos más adecuados serían los porcentajes de materiales enviados al resto de sectores. También podría pensarse en externalidades que provienen de cualquier tipo de transacción por lo que es más difícil de delimitarlas y ambos tipos de ponderaciones, provenientes de lo comprado y lo vendido, serían relevantes.

En concreto en el caso que nos ocupa, estamos interesados en cuantificar cómo los vínculos intersectoriales afectan a la estructura de costes de un sector. En tal caso, las externalidades que más afectan se transmiten vía compra de bienes intermedios del resto de sectores. Varias son las explicaciones para tales externalidades. En primer lugar, si los sectores a los que un sector A compra bienes intermedios son productivos y esto queda reflejado en unos menores precios de sus productos, el sector A será capaz de reducir costes y, por tanto, tendrá mayor margen de reducción de los precios de los bienes que produce. Además, cuanto mejor sea la tecnología que los sectores proveedores introducen en sus bienes y que venden al sector A, éste podrá producir con una mejor tecnología lo que le permitirá ser más productivo y reducir sus costes.

La influencia del sector m sobre el sector l (s_l) puede reflejarse a través del porcentaje de compras del sector l que provienen del sector m . De esta manera, cuanto más compre, más influido estará el sector l de la tecnología y la eficiencia con que produce el sector m . Estos porcentajes constituirán los pesos de la matriz de interconexión sectorial, pudiéndose obtener de las tablas input-output (I/O). Concretamente, el peso que se aplica a la actividad del sector m es el elemento de posición ml dividido por la suma de la columna l procedente de la tabla de requerimientos directos que ofrece la tabla I/O y representa:

$$s_l = \frac{\alpha_{ml}}{\sum_{m \neq l} \alpha_{ml}}$$

donde α_{ml} es el elemento ml de la matriz de requerimientos directos. De esta manera se está considerando como afectan los sectores que proveen al sector l , de forma ponderada según la importancia que para el total de compras que realiza el sector l significan las compras de cada uno de los sectores. A mayor porcentaje, mayor capacidad de influencia en l . Terleckyj (1974) y Bartelsman *et al.* (1994) también hacen uso de la matriz de flujos intersectoriales. El primero para construir vínculos hacia delante y hacia detrás en los efectos de la I+D en la productividad y el segundo para recoger las posibles externalidades en una función de producción.

Siguiendo el ejemplo dado anteriormente con 3 sectores en cada región, vamos a suponer que las interconexiones entre sectores vienen dadas por la siguiente matriz en la que se consideran únicamente los tres sectores industriales:

$$W = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0.5 & 0 & 0.5 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

es decir, el sector 1 compra todo al sector 2, el sector 2 compra la mitad al sector 1 y la otra mitad al sector 3 y el sector 3 compra todo al sector 1. La única restricción que se incluye en esta matriz es que se están excluyendo las compras que firmas de un sector realizan a firmas de ese mismo sector, para mantener la convención de que la diagonal principal en toda matriz de contactos es siempre cero.

Dado que el objetivo que perseguimos es reflejar las interconexiones sectoriales dentro de una misma región, y manteniendo la ordenación de los datos dada anteriormente, la matriz de interconexión sectorial final tendrá la siguiente forma, una matriz diagonal por bloques en la que los bloques fuera de la diagonal presentan únicamente ceros.²¹

²¹ La matriz de interconexión sectorial así obtenida resulta asimétrica.

$$W_S = \begin{matrix} & & & & R1 & & & & R2 & & & & R3 \\ & & & & S_1 & S_2 & S_3 & S_1 & S_2 & S_3 & S_1 & S_2 & S_3 \\ R1 & S_1 & \left[\begin{array}{ccc|ccc|ccc} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0 & 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right. \\ & S_2 & \\ & S_3 & \\ R2 & S_1 & \left[\begin{array}{ccc|ccc|ccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0 & 0.5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right. \\ & S_2 & \\ & S_3 & \\ R3 & S_1 & \left[\begin{array}{ccc|ccc|ccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0 & 0.5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{array} \right. \\ & S_2 & \\ & S_3 & \end{matrix}$$

Las matrices W_R y W_S contemplan únicamente la variabilidad regional/sectorial en un solo año. Sin embargo, el panel de datos que se utiliza en la estimación de la función de costes presenta también variabilidad temporal. Para ello, tan sólo es necesario asumir la existencia de dependencia espacial y sectorial contemporánea, es decir, entre regiones y sectores, respectivamente, en un mismo año, y obtener una matriz diagonal por bloques en cuya diagonal se encontrarían las matrices W_R y W_S , según el caso, tal como se ha mostrado en el apartado 5.3.4.1.

6.6.3 Evidencia empírica

6.6.3.1 Desarrollo empírico

Una vez definidas la matriz de contactos espacial y la matriz de interconexión sectorial estamos en disposición de, aplicando los contrastes de autocorrelación espacial, determinar la posible existencia de problemas de dependencia espacial y/o sectorial. La estrategia a seguir, sin ánimos de ser exhaustivos dado que es similar a la dada para la función de producción, es la siguiente:

1. Dado que la función de costes ya ha sido estimada en la sección anterior, se procede a la obtención de los estadísticos de autocorrelación espacial tanto para la matriz de

- contactos regional como para la sectorial. Debido al elevado número de observaciones de que se dispone (un total de 2160), los estadísticos que se computan son los de los multiplicadores de Lagrange para los errores y para el retardo de la endógena, que son los que requieren un menor coste computacional y nos permiten detectar el tipo de autocorrelación presente. Si se obtienen valores significativos de dichos contrastes, estaríamos ante una clara indicación de la presencia de efectos externos, regionales y sectoriales, respectivamente, en la función de costes.
2. Se realiza la estimación de la función de costes introduciendo el efecto *spillover* de las infraestructuras a través de la estimación conjunta de un único parámetro para el capital público propio de la región y el de las regiones vecinas. La estimación se realiza por un método mínimo cuadrático no lineal. Dado que la variable así introducida aparece cruzada con el resto de variables, se estudia la significación de la misma mediante un contraste de significación conjunta de la F . En caso de resultar significativa, con esta estimación se pueden obtener las elasticidades referentes al capital público propio así como las referentes al capital público de las regiones vecinas, pudiendo analizar cómo afectan ambos a los costes de producción de las industrias españolas. De esta manera analizamos el efecto *spillover* de las infraestructuras.
 3. A la especificación usada en 2) se añaden los efectos externos regionales y sectoriales, tal como se muestra en la ecuación (6.47). La significación de dichos efectos se estudia con los correspondientes contrastes de significación conjunta. La estimación de los parámetros nos permitirá obtener las elasticidades de los costes respecto a las externalidades.
 4. Una vez estimado el modelo que introduce explícitamente las externalidades, volvemos a obtener los valores de los contrastes de dependencia espacial. Tres son las posibles situaciones con las que nos podemos encontrar:
 - 4.1. Si han desaparecido todos los problemas de dependencia regional/sectorial, se concluiría que la ecuación (6.47) es la mejor especificación en el estudio de los

efectos del capital público y de las externalidades sobre los costes de producción de la industria española.

4.2. Si, por el contrario, restan problemas de uno de los dos tipos, es decir, si aún queda bien autocorrelación espacial bien autocorrelación sectorial, debe introducirse en la manera que nos indique el estadístico con menor probabilidad, bien a través del retardo de la variable endógena (en caso de que el estadístico de LM-LAG tenga una menor probabilidad), bien a través de un término de perturbación autocorrelacionado espacialmente (en caso de que la probabilidad del estadístico de LM-ERR sea menor). La consideración de cualquiera de estos dos modelos estaría indicando que además de existir efectos externos que se transmiten vía producto (externalidades tecnológicas internalizadas en los bienes intermedios que nos venden el resto de sectores, o externalidades por una mayor demanda en las regiones vecinas, entre otras), existen otros efectos externos entre las distintas regiones y sectores que afectarían de forma directa a los costes y que no han sido incluidos en las externalidades transmitidas vía producto. Así, cabe esperar que si las industrias de las regiones vecinas o los sectores a los que compro bienes intermedios soportan unos elevados costes, intentarán traducirlos en unos mayores precios de los productos que venden, por lo que los costes de mi sector también aumentarán.

4.3. Finalmente, si siguen quedando problemas de autocorrelación espacial y sectorial simultáneamente, nos encontraríamos con el problema de que para estimar el modelo más adecuado (modelo del retardo o del error espacial) sólo se puede utilizar una única matriz de contactos. Es decir, sería necesario recoger los dos tipos de externalidades en una sola matriz. Una posible solución que proponemos sería replicar la matriz de interconexión sectorial para todas las regiones y no únicamente entre los sectores de una misma región, ponderada por la inversa de la distancia entre las regiones. De esta manera se estaría recogiendo la existencia de un vínculo entre los distintos sectores según las relaciones comerciales que mantienen, vínculo que es tanto más importante cuanto más cerca se encuentren las regiones en las que están ubicados dichos sectores. Así, a modo de ejemplo

pero utilizando datos reales, la influencia que recibe el sector 5 del sector 1 viene reflejada en la matriz de interconexión sectorial por un valor de 0.3635 (el porcentaje que representan las compras que realiza el sector 5 al sector 1 sobre el total de las compras de bienes intermedios del sector 5) siempre que los dos sectores se encuentren en la misma región. Sin embargo, en el caso de que el sector 5 se encontrara en Andalucía, por ejemplo, y el sector 1 se encontrara en Extremadura o en Cataluña, dicho peso se reduciría hasta un valor de 0.1203 y 0.0388, respectivamente. Es decir, la influencia entre dos sectores es la misma pero se encuentra ponderada por la inversa de la distancia. A mayor distancia entre dos regiones, los vínculos intersectoriales se reducen.²² De esta forma, utilizando la matriz de contactos espacio-sectorial, se pueden obtener los valores de los contrastes de los multiplicadores de Lagrange para detectar la posible existencia de dependencia espacial. De igual manera que la comentada en el supuesto anterior, la necesidad de estimar un modelo del retardo espacial o del error espacial indicaría la existencia de factores externos regionales y sectoriales que no se propagan a través del output.

6.6.3.2 Datos

Los datos utilizados para el cálculo de los pesos de la matriz de interconexión sectorial se obtienen de la Tabla Input Output (TIO) para España elaborada para 1990. Dado que toda TIO se descompone en tres subtablas (de consumos intermedios, de usos finales y de inputs primarios), la que se utiliza en nuestro caso es la primera, es decir, la tabla de consumos intermedios cuyos datos se ofrecen para las distintas ramas de actividad. Las filas de dicha tabla registran los usos intermedios de los bienes y servicios que las diferentes ramas de actividad realizan. En las columnas figuran los recursos (en inputs de producción) invertidos por cada una de las ramas para conseguir la producción efectiva. Por tanto, en

²² Inicialmente también se pensó en la ponderación de los vínculos intersectoriales por la inversa del cuadrado de las distancias entre regiones, siguiendo con las ideas de los modelos gravitacionales. Sin embargo, dicha ponderación supone una penalización muy elevada para los vínculos intersectoriales entre regiones muy separadas geográficamente, ya que el valor del peso se reduce en este caso de forma muy extrema. Una reducción de tal magnitud no tiene sentido en una economía cada vez más interconectada y con mejores infraestructuras de transporte y de comunicaciones, por lo que fue desestimada.

nuestro caso realizamos una lectura por columnas que es la propia desde la óptica de la producción. Es decir, nos muestra cómo se adquieren los recursos disponibles para cada una de las ramas que operan en el ámbito territorial de referencia, que en el caso de la TIO de 1990 es España.

En la Tabla 6.15 se muestra la correspondencia utilizada para relacionar los datos de las ramas consideradas en la TIO 90 con los que se han utilizado hasta el momento, procedentes de la EI (NACE-CLIO 25).

Tabla 6.15 Correspondencia sectorial entre fuentes estadísticas

Denominación del sector	TIO90	EI
Minerales metálicos y siderometalurgia	12+13	9-11
Minerales y productos no metálicos	14-17	12-18
Productos químicos	18	19-30
Productos metálicos	19	31-35
Maquinaria agrícola e industrial	20	36-37
Material y accesorios eléctricos	22	39-40
Material de transporte	23-24	41-45
Productos alimenticios, bebidas y tabacos	25-29	47-64
Productos textiles, cuero y calzados	30-31	65-74
Papel, artículos de papel, impresión	33-34	80-82
Productos de caucho y otros	35	83-84
Madera, corcho y otras manufacturas	32+36	75-79 y 85-89

Dos son las limitaciones que estos datos nos suponen:

- En primer lugar, el tener que utilizar para todas las regiones españolas una misma tabla, la nacional. En este sentido, la no disponibilidad de TIOs para todas las regiones y para unos mismos años hace inviable la utilización individual de una TIO para cada CCAA.

- En segundo lugar, la traslación de los datos de 1990 para todo el período temporal considerado. No obstante, la asunción de que los cambios sectoriales que a nivel industrial han podido haber en el caso español en la década de los ochenta son muy pequeños parece bastante plausible, por lo que es de esperar que el error que se está cometiendo sea mínimo.

6.6.3.3 Resultados

Tras la estimación de la función de costes y siguiendo la estrategia dada en el apartado anterior, los estadísticos para detectar la presencia de un proceso de dependencia espacial y otro de dependencia sectorial ofrecen los siguientes resultados:

	DEPENDENCIA ESPACIAL		DEPENDENCIA SECTORIAL	
LM-LAG	8,8681	(p:0,003)	3,5541	(p:0,059)
LM-ERR	2,5952	(p:0,107)	0,001	(p:0,970)

NOTA: En paréntesis, la probabilidad de los contrastes

A raíz de los valores significativos de los contrastes, se concluye que existen problemas de autocorrelación espacial y sectorial en la función de costes estimada, razón por la cual parece ser necesario la introducción de los factores externos, tanto regionales como sectoriales. Si tuviéramos que elegir el modelo más adecuado, tanto para recoger las externalidades regionales como las sectoriales, escogeríamos el modelo del retardo espacial de la variable endógena. Sin embargo, siguiendo las ideas teóricas expuestas anteriormente, a través de retardos espaciales y sectoriales de algunas variables exógenas, como el producto, podremos recoger tales efectos.

No obstante, previamente a la introducción de las externalidades regionales y sectoriales, vamos a considerar el efecto *spillover* de las infraestructuras mediante la introducción del capital público de las regiones vecinas. El contraste de la F de significación conjunta nos lleva a rechazar la hipótesis nula de no significación de los parámetros que acompañan al capital público propio y de las vecinas. Asimismo, el coeficiente θ presenta un valor de

0.40, indicando que el efecto de las infraestructuras en las regiones vecinas es tanto o más importante que la dotación infraestructural propia.

En primer lugar se analizan las elasticidades obtenidas para el capital público de las regiones vecinas. Los resultados globales se presenta en la Tabla 6.16.

Tabla 6.16 Efectos del capital público de las regiones vecinas (medias globales)

CORTO PLAZO				LARGO PLAZO			
ϵ_{SCKg}	S_{Kg}	ϵ_{LKg}	ϵ_{MKg}	ϵ_{SCKg}	S_{Kg}	ϵ_{LKg}	ϵ_{MKg}
-0.0004	0.0001	-0.183	0.072	0.005	0.001	-0.199	0.092
ϵ_{SCKp}	S_{Kp}	ϵ_{LKp}	ϵ_{MKp}	ϵ_{SCKp}	S_{Kp}	Kp/Kp	
0.033	-0.033	0.239	-0.094	-0.025	0.015	2.125	
EFECTO LOCACIONAL				EFECTOS EN EL OUTPUT			
ϵ_{KpKg}^{LR}	ϵ_{KpKg}^{SR}	ϵ_{KpL}	ϵ_{KpM}	$\epsilon_{TKg Kp}$	$\epsilon_{CT Kp}$	ϵ_{TKg}^{LR}	ϵ_{CT}^{LR}
-0.163	-0.122	0.722	0.925	0.0002	0.888	0.009	0.797

Por una parte, la media del efecto del capital público de las regiones vecinas sobre los costes presenta un signo negativo si bien su valor es tan pequeño que es despreciable (0.0004), y acaba volviéndose positivo pero también de un valor ínfimo (-0.0049) en el largo plazo. Sin embargo, analizando la desagregación regional, sectorial y temporal (Anexo 6.2), se observa que los valores negativos se encuentran concentrados. Así, las regiones que presentan valores negativos de la elasticidad de los costes respecto al capital público de las regiones vecinas, tanto en el corto como en el largo plazo, son las de Madrid, Navarra, Castilla-León, Aragón y La Rioja con el consiguiente precio sombra positivo. Los sectores que acumulan los valores negativos de dicha elasticidad en el corto plazo son los de Maquinaria agrícola e industrial, Material y accesorios eléctricos, Material de transporte, Papel y derivados y Productos del caucho y derivados del plástico, sumándose los de Minerales y productos no metálicos y Productos químicos en el largo plazo. Asimismo, la evolución temporal muestra que los últimos años son los que concentran los valores negativos para la elasticidad costes-capital público. Por otra parte, Murcia y La Rioja son las únicas regiones en las que la elasticidad de los costes respecto al capital privado es ya negativa en el corto plazo (con un valor muy pequeño), mientras que como sucedía anteriormente, es en el largo plazo cuando resulta negativa en todas las CCAA. En cuanto

al resto de elasticidades, los resultados son muy similares a los obtenidos para el capital público propio de la función de costes que no introduce las infraestructuras de las vecinas.

Por lo que respecta a las elasticidades que se obtienen para el capital público propio, se observan diferencias, aunque leves (Tabla 6.17). De hecho, los resultados son similares a los descritos en el párrafo anterior para el caso de las infraestructuras de las regiones vecinas. Respecto al resto de efectos, decir que los cambios son mínimos, como por ejemplo, pequeñas reducciones en la elasticidad capital privado-capital público, pero manteniendo el signo positivo y valores similares.

Tabla 6.17 Efectos del capital público propio (medias globales)

CORTO PLAZO				LARGO PLAZO			
ϵ_{SCKg}	S_{Kg}	ϵ_{LKg}	ϵ_{MKg}	ϵ_{SCKg}	S_{Kg}	ϵ_{LKg}	ϵ_{MKg}
-0.0003	0.0001	-0.122	0.048	0.003	0.002	-0.133	0.061
ϵ_{SCKp}	S_{Kp}	ϵ_{LKp}	ϵ_{MKp}	ϵ_{SCKp}	S_{Kp}	Kp/Kp	
0.033	-0.033	0.239	-0.094	-0.025	0.015	2.125	
EFECTO LOCACIONAL				EFECTOS EN EL OUTPUT			
ϵ_{KpKg}^{LR}	ϵ_{KpKg}^{SR}	ϵ_{KpL}	ϵ_{KpM}	$\epsilon_{YKg Kp}$	$\epsilon_{CY Kp}$	ϵ_{YKg}^{LR}	ϵ_{CY}^{LR}
-0.109	-0.081	0.722	0.925	0.0003	0.888	0.006	0.797

A continuación, dado que estamos interesados en la cuantificación del efecto de las externalidades regionales y sectoriales, introducimos las variables que recogen dichos efectos, obteniendo la especificación (6.47) que se estima por métodos no lineales. Para contrastar la significación de las variables que recogen dichas externalidades se realizan varios contrastes de significación conjunta de la F en los que se contrasta, en primer lugar, la significación de las externalidades regionales y de las sectoriales por separado, y en segundo lugar, la significación conjunta de ambos efectos externos. En todos los casos se acaba rechazando la hipótesis nula de no significación de dichas variables, por lo que resulta necesaria su introducción.

Las elasticidades del capital público que se obtienen con los parámetros de la estimación que incluye los efectos externos tan sólo suponen cambios mínimos respecto de los comentados anteriormente, sin suponer cambios en las conclusiones en ninguno de los

casos. Por ello nos centramos en los resultados para las elasticidades de los costes respecto a los efectos externos. Los valores medios de dichas elasticidades son de 0.157 para el caso de las externalidades regionales y de -0.019 para el caso de las sectoriales, con una mínima variación regional, sectorial y temporal (Tabla 6.18). Es decir, los efectos interregionales son positivos y de un valor considerable, mientras que los efectos *spillover* intersectoriales resultan negativos pero de un valor casi desdeñable. Las regiones en las que los efectos provenientes de las externalidades regionales son menores son las de Extremadura, La Rioja, Asturias, Cantabria y Murcia junto con las menores externalidades sectoriales de los sectores de Maquinaria agrícola e industrial, Material y accesorios eléctricos, Papel e impresión, Caucho y plásticos y Madera, corcho y otras manufacturas. Asimismo, se observa que el valor de las externalidades regionales ha seguido una lenta progresión de crecimiento mientras que las sectoriales han disminuido, aunque ligeramente, durante el período considerado.

Llegado este punto, si bien debiera contrastarse la posibilidad de que aún existiera un problema de dependencia espacial y/o sectorial, el elevado coste computacional asociado a la contrastación de la autocorrelación espacial y posterior estimación, en su caso, de la especificación que incorporase un retardo espacial de la endógena o un término de perturbación autocorrelacionado espacialmente, hacen prácticamente inviable dicha solución. No obstante, los principales objetivos consistentes en analizar los efectos del capital público de las regiones vecinas, así como las elasticidades de los costes respecto a las economías externas regionales y sectoriales ya han sido obtenidas y analizadas, no siendo el objetivo principal la obtención del mejor modelo en el que no reste ningún tipo de dependencia espacial.

En conclusión, el signo positivo de la elasticidad de los costes respecto a las externalidades regionales estaría indicando la fuerte competitividad entre regiones y la lucha existente entre ellas para atraer la actividad económica privada. Así, los mayores niveles de producto de las otras regiones suponen que la mano de obra más cualificada o la dedicación de recursos financieros se desplazan hacia dichas regiones, abandonando la región que se está considerando y, por tanto, aumentando su nivel de costes. una reducción de los costes en torno al 0.19%.

Tabla 6.18 Efecto de las externalidades

	$\epsilon_{SCY_{it}}$	$\epsilon_{SCY_{it}}$
MEDIAS GLOBALES		
	0.157	-0.019
MEDIAS REGIONALES		
AND	0.151	-0.028
ARA	0.127	-0.010
AST	0.099	-0.020
CANT	0.088	-0.017
C-L	0.143	-0.012
C-M	0.112	-0.011
CAT	0.197	-0.020
VAL	0.162	-0.013
EXT	0.038	-0.017
GAL	0.133	-0.024
MAD	0.168	-0.023
MUR	0.093	-0.017
NAV	0.115	-0.019
PV	0.159	-0.021
RIO	0.072	-0.016
MEDIAS SECTORIALES		
S1	0.148	-0.025
S2	0.132	-0.018
S3	0.152	-0.020
S4	0.156	-0.022
S5	0.078	-0.010
S6	0.095	-0.012
S7	0.231	-0.029
S8	0.466	-0.080
S9	0.137	-0.017
S10	0.097	-0.013
S11	0.070	-0.009
S12	0.096	-0.013
MEDIAS TEMPORALES		
1980	0.159	-0.020
1981	0.156	-0.020
1982	0.153	-0.021
1983	0.152	-0.020
1984	0.150	-0.020
1985	0.151	-0.020
1986	0.155	-0.020
1987	0.155	-0.019
1988	0.160	-0.018
1989	0.164	-0.018
1990	0.164	-0.018
1991	0.166	-0.017

Por otra parte, el signo negativo de la externalidad sectorial estaría recogiendo, por ejemplo, las externalidades tecnológicas por las que un mayor producto en el resto de sectores supone la incorporación de una mejor tecnología que queda internalizada en los bienes que producen, transmitiéndose por la venta de los mismos, por lo que el resto de sectores que compran dichos bienes como sus consumos intermedios, se ven beneficiados de esa mejor tecnología, pudiendo reducirse los costes de producción. También podría deberse dicho signo negativo a la presencia de efectos aglomeración. Sin embargo, el valor para dicha elasticidad es muy pequeño, casi despreciable, indicando que un aumento de un 10% en el nivel de producto de los sectores vecinos (con los que mantengo más relaciones comerciales) supone

ANEXO 6.1

EXPRESIONES DE LAS ELASTICIDADES DEL CAPITAL PÚBLICO Y PRIVADO EN EL LARGO PLAZO PARA UNA FUNCIÓN TRANSLOG

En el presente anexo se ofrecen las expresiones finales de las elasticidades obtenidas en la sección 6.2.3 para la forma funcional translog escogida finalmente en (6.42).

1. Los efectos del capital público en el corto plazo se obtendrán siguiendo estas expresiones:¹

* Elasticidad coste del capital público:

$$\varepsilon_{SC Kg}^{SR} = \frac{\partial \ln CV}{\partial \ln Kg} \frac{Kg}{SC} = (\beta_{Kg} + \beta_{KgKg} \ln Kg + \beta_{LKg} \ln \frac{P_L}{P_M} + \beta_{YKg} \ln Y + \beta_{KpKg} \ln Kp + \beta_{KgT}) \frac{Kg}{SC} \quad (6.50)$$

* Efecto sesgo de las infraestructuras:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{LKg}^{SR} &= \frac{\partial \ln L}{\partial \ln Kg} = \beta_{LKg} \frac{1}{\hat{Z}_L} \\ \varepsilon_{MKg}^{SR} &= \frac{\partial \ln M}{\partial \ln Kg} = \beta_{MKg} \frac{1}{\hat{Z}_M} = -\beta_{LKg} \frac{1}{\hat{Z}_M} \end{aligned} \quad (6.51)$$

* Precio sombra de Kg:

$$\begin{aligned} S_{Kg}^{SR} &= \varepsilon_{CV Kg}^{SR} \left(-\frac{CV}{Kg} \right) \\ &= -P_L \left(\beta_{LKg} \frac{L}{\hat{Z}_L Kg} \right) - P_M \left(-\beta_{LKg} \frac{M}{\hat{Z}_M Kg} \right) \end{aligned} \quad (6.52)$$

¹ Todas las elasticidades en el corto plazo pueden ser calculadas tanto para los valores de Kg reales como los de equilibrio (Kg*). Ambos resultados se ofrecen en las tablas.

* Elasticidad del producto respecto de las infraestructuras:

$$\varepsilon_{YKg}^{SR} = \frac{S_{Kg}^{SR}}{\frac{\partial SC}{\partial Y}} \frac{Kg}{Y} = \frac{S_{Kg}^{SR}}{\varepsilon_{CVY}} \frac{Kg}{CV} \quad (6.53)$$

$$\varepsilon_{CVY} = \beta_Y + \beta_{YY} \ln Y + \beta_{LY} \ln \frac{P_L}{P_M} + \beta_{YKp} \ln Kp + \beta_{YKg} \ln Kg + \beta_{YT} t$$

2. Las expresiones correspondientes a estos mismos efectos para el caso del capital privado son las siguientes:

* Elasticidad coste del capital privado:

$$\varepsilon_{SC Kp}^{SR} = \left[\varepsilon_{CVKp} \frac{CV}{Kp} + P_{Kp} \right] \frac{Kp}{SC} \quad (6.54)$$

$$\varepsilon_{CVKp} = \beta_{Kp} + \beta_{KpKp} \ln Kp + \beta_{LKp} \ln \frac{P_L}{P_M} + \beta_{YKp} \ln Y + \beta_{KpKg} \ln Kg + \beta_{KpT} t$$

* Efecto sesgo del capital privado:

$$\varepsilon_{LKp}^{SR} = \frac{\partial \ln L}{\partial \ln Kp} = \beta_{LKp} \frac{1}{\hat{Z}_L} \quad (6.55)$$

$$\varepsilon_{MKp}^{SR} = \frac{\partial \ln M}{\partial \ln Kp} = \beta_{MKp} \frac{1}{\hat{Z}_M} = -\beta_{LKp} \frac{1}{\hat{Z}_M}$$

* Precio sombra de Kp :

$$\begin{aligned} S_{Kp}^{SR} &= \varepsilon_{CVKp}^{SR} \left(-\frac{CV}{Kp} \right) \\ &= -P_L \left(\beta_{LKp} \frac{L}{\hat{Z}_L Kp} \right) - P_M \left(-\beta_{LKp} \frac{M}{\hat{Z}_M Kp} \right) \end{aligned} \quad (6.56)$$

* Elasticidad del producto respecto al capital privado:

$$\varepsilon_{Y Kp}^{SR} = \frac{S_{Kp}^{SR}}{\frac{\partial C}{\partial Y}} \frac{Kp}{Y} = \frac{S_{Kp}^{SR}}{\varepsilon_{CVY}} \frac{Kp}{CV} \quad (6.57)$$

3. Los efectos del capital público en el largo plazo se resumen en las siguientes expresiones, teniendo en cuenta que en todas ellas Kp está evaluado en su valor de equilibrio, Kp^* :

* Elasticidad coste del Kg :

$$\varepsilon_{C Kg}^{LR} = \varepsilon_{SC Kg}^{SR} + \varepsilon_{SC Kp} \varepsilon_{Kp Kg}^{LR} \quad (6.58)$$

donde

$$\begin{aligned} \varepsilon_{Kp Kg}^{LR} &= \frac{d \ln Kp^*}{d \ln Kg} = \frac{\partial \ln Kp^*}{\partial \ln Kg} + \left[\frac{d \ln Kp^*}{d \ln L} \cdot \frac{\partial \ln L}{\partial \ln Kg} \Big|_{Kp^*} + \frac{d \ln Kp^*}{d \ln M} \cdot \frac{\partial \ln M}{\partial \ln Kg} \Big|_{Kp^*} \right] \quad (6.59) \\ &= \varepsilon_{Kp^* Kg} + \sum_i \varepsilon_{Kp^* Xi} \cdot \varepsilon_{Xi Kg} \quad i = L, M \end{aligned}$$

En la obtención de los distintos elementos de la expresión $\varepsilon_{Kp Kg}^{LR}$ intervienen las siguientes derivadas:

$$\varepsilon_{Kp^* Kg} = \frac{\partial Kp^*}{\partial Kg} \frac{Kg}{Kp^*} = - \frac{\frac{\partial F}{\partial Kg} \frac{Kg}{Kp^*}}{\frac{\partial F}{\partial Kp^*}} = - \frac{\beta_{Kp Kg}}{\beta_{Kp Kp} + Z_{Kp}^*} \quad (6.60)$$

siendo

$$F = \beta_{Kp} + \beta_{Kp Kp} \ln Kp^* + \beta_{LKp} \ln \frac{P_L}{P_M} + \beta_{YKp} \ln Y + \beta_{Kp Kg} \ln Kg + \beta_{Kp T} t + \frac{P_{Kp} Kp^*}{CV} = 0 \quad (6.61)$$

en cuyo desarrollo se ha hecho uso del cálculo indirecto de las derivadas por medio de la función implícita F (véase Brown y Christensen, 1981, para una descripción general del uso de estas funciones en el entorno de la teoría dual)..

Las derivadas del capital privado y de los costes variables respecto a los inputs variables (la segunda elasticidad se necesita más adelante pero se calcula ahora simultáneamente) se obtiene a través del sistema de funciones implícitas:

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial CV^*}{\partial L} \\ \frac{\partial Kp^*}{\partial L} \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} \frac{P_L L}{(CV^*)^2} & \frac{\beta_{LKp}}{Kp^*} \\ -\frac{P_{Kp} Kp^*}{(CV^*)^2} & \frac{P_{Kp}}{CV^*} + \frac{\beta_{KpKp}}{Kp^*} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} -\frac{P_L}{CV^*} \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial CV^*}{\partial M} \\ \frac{\partial Kp^*}{\partial M} \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} \frac{P_M M}{(CV^*)^2} & \frac{\beta_{LKp}}{Kp^*} \\ -\frac{P_{Kp} Kp^*}{(CV^*)^2} & \frac{P_{Kp}}{CV^*} + \frac{\beta_{KpKp}}{Kp^*} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} -\frac{P_M}{CV^*} \\ 0 \end{bmatrix}$$

Asimismo, las expresiones $\frac{\partial \ln L}{\partial \ln Kg}$ y $\frac{\partial \ln M}{\partial \ln Kg}$ se corresponden con las elasticidades

ε_{LKg}^{SR} y ε_{MKg}^{SR} dadas anteriormente.

* El efecto sesgo del capital público en el largo plazo:

$$\varepsilon_{XiKg}^{LR} = \frac{d \ln X_i}{d \ln Kg} = \varepsilon_{XiKg}^{SR} + \sum_i \varepsilon_{XiKp}^{SR} \varepsilon_{KpKg}^{LR} \quad i = L, M \quad (6.62)$$

donde todas las elasticidades han sido dadas anteriormente.

* Precio sombra de Kg :

$$S_{Kg}^{LR} = \epsilon_{CV Kg}^{LR} \left(-\frac{CV}{Kg} \right) = \epsilon_{CV Kg}^{SR} + \epsilon_{CV Kp} \epsilon_{Kp Kg}^{LR} \quad (6.63)$$

* Elasticidad del output respecto a Kg :

$$\epsilon_{Y Kg}^{LR} = \frac{S_{Kg}^{LR}}{\frac{\partial C}{\partial Y}} \frac{Kg}{Y} = \frac{S_{Kg}^{LR}}{\epsilon_{CY}^{LR}} \frac{Kg}{C} \quad (6.64)$$

donde ϵ_{CY}^{LR} tiene la siguiente expresión:

$$\epsilon_{CY}^{LR} = \frac{d \ln C}{d \ln Y} = \frac{\partial \ln SC}{\partial \ln Y} + \frac{\partial \ln SC}{\partial \ln Kp^*} \frac{d \ln Kp^*}{d \ln Y} = \epsilon_{SCY}^{SR} + \epsilon_{SC Kp}^{SR} \epsilon_{Kp Y}^{LR} \quad (6.65)$$

donde

$$\epsilon_{Kp Y}^{LR} = \frac{d \ln Kp^*}{d \ln Y} = \epsilon_{Kp Y} + \sum_i \epsilon_{Kp X_i} \epsilon_{X_i Y} \quad i = L, M \quad (6.66)$$

siendo

$$\epsilon_{Kp Y} = \frac{\partial \ln Kp^*}{\partial \ln Y} = \frac{\partial Kp^*}{\partial Y} \cdot \frac{Y}{Kp^*} = \frac{\frac{\partial F}{\partial Y}}{\frac{\partial F}{\partial Kp^*}} \cdot \frac{Y}{Kp^*} = -\frac{\beta_{YKp}}{\beta_{KpKp} + Z_{Kp}^*} \quad (6.67)$$

y

$$\epsilon_{X_i Y} = \frac{\partial \ln X_i}{\partial \ln Y} \Big|_{Kp^*} = \frac{\partial X_i}{\partial Y} \cdot \frac{Y}{X_i} = \frac{\beta_{X_i Y}}{\hat{Z}_i^*} \quad (6.68)$$

siendo F la función referente a Kp dada en (6.61).

4. Los efectos del capital privado en el largo plazo se resumen en las expresiones que se ofrecen a continuación, teniendo en cuenta que en todas ellas Kp también está evaluado en su valor de equilibrio, Kp^* :

* Elasticidad coste del Kp :

$$\begin{aligned}\varepsilon_{CKp}^{LR} &= \varepsilon_{SCKg}^{SR} + \sum_i \varepsilon_{CXi} \varepsilon_{XIKp}^{LR} = \\ &= \frac{\partial \ln SC}{\partial \ln Kp^*} + \sum_i \frac{\partial \ln C}{\partial \ln X_i} \cdot \frac{\partial \ln X_i}{\partial \ln Kp^*} \quad i = L, M\end{aligned}\quad (6.69)$$

$$\frac{\partial \ln SC}{\partial \ln X_i} = \frac{\partial CV^*}{\partial X_i} \frac{X_i}{SC} \quad i = L, M \quad (6.70)$$

* El efecto sesgo del capital privado en el largo plazo coincide con el valor de dicho efecto en el corto plazo dado que no hay efectos extra del capital privado. No obstante, hay que tener en cuenta que el ahora calculado se hace con el valor de Kp de equilibrio, Kp^* .

* Precio sombra de Kp en el largo plazo:

$$S_{Kp}^{LR} = \varepsilon_{CVKp}^{LR} \left(-\frac{CV}{Kp^*} \right) \quad (6.71)$$

siendo

$$\varepsilon_{CVKp}^{LR} = \varepsilon_{CVKp}^{SR} + \sum_i \varepsilon_{CVXi} \cdot \varepsilon_{XIKp}^{LR} \quad i = L, M \quad (6.72)$$

* Elasticidad del output respecto a Kp :

$$\varepsilon_{YKp}^{LR} = \frac{S_{Kp}^{LR}}{\frac{\partial C}{\partial Y}} \frac{Kp}{Y} = \frac{S_{Kp}^{LR}}{\varepsilon_{CY}^{LR}} \frac{Kp^*}{C} \quad (6.73)$$

donde ε_{CY}^{LR} es la expresión dada en (6.65).

ANEXO 6.2

EFECTOS DEL CAPITAL PÚBLICO PROPIO Y DE LAS REGIONES VECINAS

EFFECTOS TRAS LA ESTIMACIÓN NO LINEAL CON CAPITAL PÚBLICO PROPIO Y DE LAS REGIONES VECINAS

Tabla 6.19 Efectos del capital público propio en el corto plazo

	$K_p = \bar{K}_p$				$K_p = K_p^*$			
	ϵ_{SCKg}	S_{Kg}	ϵ_{LKg}	ϵ_{MKg}	ϵ_{ScKg}	S_{Kg}	ϵ_{LKg}	ϵ_{MKg}
MEDIAS GLOBALES								
	-0.0003	0.0001	-0.122	0.048	0.007	-0.003	-0.106	0.051
MEDIAS REGIONALES								
AND	0.004	-0.001	-0.112	0.050	0.010	-0.004	-0.100	0.053
ARA	-0.004	0.001	-0.155	0.044	0.002	-0.001	-0.134	0.046
AST	0.002	-0.001	-0.110	0.051	0.005	-0.003	-0.102	0.052
CANT	0.001	-0.001	-0.110	0.050	0.004	-0.002	-0.104	0.052
C-L	-0.006	0.002	-0.155	0.044	0.002	-0.001	-0.131	0.047
C-M	0.004	-0.001	-0.170	0.043	0.010	-0.003	-0.145	0.046
CAT	0.001	-0.000	-0.111	0.049	0.009	-0.005	-0.095	0.053
VAL	0.003	-0.001	-0.132	0.046	0.011	-0.004	-0.112	0.049
EXT	0.009	-0.002	-0.156	0.045	0.013	-0.003	-0.144	0.047
GAL	0.003	-0.001	-0.120	0.048	0.012	-0.004	-0.100	0.053
MAD	-0.008	0.003	-0.114	0.049	0.002	-0.001	-0.098	0.052
MUR	0.006	-0.002	-0.151	0.045	0.014	-0.006	-0.117	0.049
NAV	-0.006	0.002	-0.119	0.048	0.003	-0.001	-0.101	0.052
PV	0.000	-0.000	-0.105	0.051	0.004	-0.002	-0.099	0.053
RIO	-0.003	0.001	-0.143	0.045	0.007	-0.002	-0.118	0.049
MEDIAS SECTORIALES								
S1	0.009	-0.004	-0.133	0.069	0.011	-0.005	-0.131	0.070
S2	0.004	-0.001	-0.132	0.052	0.004	-0.001	-0.135	0.052
S3	0.003	-0.001	-0.136	0.056	0.004	-0.001	-0.135	0.057
S4	0.001	-0.000	-0.162	0.058	0.008	-0.002	-0.143	0.061
S5	-0.008	0.001	-0.092	0.024	-0.003	0.001	-0.076	0.026
S6	-0.007	0.002	-0.117	0.030	-0.001	0.000	-0.085	0.032
S7	-0.014	0.006	-0.223	0.077	0.001	-0.001	-0.188	0.082
S8	0.017	-0.009	-0.545	0.205	0.063	-0.039	-0.437	0.228
S9	0.006	-0.002	-0.149	0.047	0.014	-0.005	-0.121	0.050
S10	-0.003	0.001	-0.092	0.033	-0.000	0.000	-0.087	0.034
S11	-0.004	0.000	-0.072	0.023	-0.002	0.000	-0.067	0.024
S12	0.004	-0.001	-0.110	0.034	0.009	-0.001	-0.095	0.036
MEDIAS TEMPORALES								
1980	0.000	-0.000	-0.096	0.053	0.010	-0.005	-0.082	0.058
1981	0.002	-0.001	-0.098	0.052	0.010	-0.005	-0.085	0.057
1982	0.003	-0.001	-0.101	0.051	0.012	-0.005	-0.088	0.056
1983	0.005	-0.002	-0.106	0.050	0.011	-0.005	-0.094	0.053
1984	0.007	-0.003	-0.111	0.049	0.013	-0.005	-0.098	0.052
1985	0.007	-0.003	-0.115	0.049	0.013	-0.006	-0.101	0.052
1986	0.003	-0.001	-0.121	0.048	0.012	-0.005	-0.102	0.051
1987	-0.000	0.000	-0.127	0.047	0.005	-0.002	-0.113	0.049
1988	-0.003	0.001	-0.135	0.046	0.004	-0.002	-0.116	0.048
1989	-0.006	0.002	-0.143	0.045	0.002	-0.001	-0.121	0.048
1990	-0.009	0.004	-0.151	0.044	-0.002	0.001	-0.130	0.046
1991	-0.012	0.004	-0.161	0.043	-0.005	0.002	-0.137	0.046

Tabla 6.20 Efectos del capital privado en el corto plazo

	$Kp = \bar{K}p$				$Kp = Kp^*$			
	ε_{SCKp}	S_{Kp}	ε_{LKp}	ε_{MKp}	ε_{SCKp}	S_{Kp}	ε_{LKp}	ε_{MKp}
MEDIAS GLOBALES								
	0.033	-0.033	0.239	-0.094	0.048	-0.052	0.207	-0.100
MEDIAS REGIONALES								
AND	0.032	-0.029	0.218	-0.097	0.045	-0.045	0.196	-0.103
ARA	0.040	-0.051	0.304	-0.086	0.052	-0.071	0.262	-0.090
AST	0.032	-0.029	0.214	-0.101	0.040	-0.035	0.200	-0.103
CANT	0.015	-0.015	0.215	-0.098	0.023	-0.022	0.203	-0.101
C-L	0.049	-0.060	0.303	-0.086	0.063	-0.083	0.256	-0.092
C-M	0.028	-0.028	0.332	-0.085	0.042	-0.045	0.284	-0.089
CAT	0.038	-0.037	0.218	-0.096	0.055	-0.060	0.187	-0.104
VAL	0.031	-0.032	0.258	-0.090	0.047	-0.052	0.219	-0.097
EXT	0.004	-0.004	0.304	-0.088	0.016	-0.016	0.281	-0.092
GAL	0.004	-0.003	0.235	-0.093	0.027	-0.027	0.195	-0.103
MAD	0.035	-0.037	0.224	-0.095	0.051	-0.061	0.191	-0.103
MUR	-0.006	0.005	0.295	-0.089	0.017	-0.017	0.228	-0.096
NAV	0.008	-0.008	0.233	-0.093	0.029	-0.031	0.197	-0.101
PV	0.047	-0.045	0.205	-0.100	0.053	-0.053	0.193	-0.103
RIO	-0.004	0.003	0.280	-0.088	0.019	-0.018	0.231	-0.096
MEDIAS SECTORIALES								
S1	0.055	-0.047	0.261	-0.136	0.061	-0.051	0.256	-0.137
S2	0.042	-0.044	0.258	-0.102	0.042	-0.044	0.264	-0.102
S3	0.048	-0.051	0.266	-0.110	0.050	-0.054	0.264	-0.111
S4	0.027	-0.028	0.316	-0.114	0.043	-0.046	0.279	-0.120
S5	0.015	-0.019	0.180	-0.048	0.024	-0.033	0.149	-0.051
S6	0.017	-0.019	0.228	-0.059	0.028	-0.034	0.167	-0.063
S7	0.058	-0.076	0.436	-0.151	0.084	-0.121	0.367	-0.161
S8	0.030	-0.028	1.066	-0.401	0.143	-0.151	0.854	-0.445
S9	0.005	-0.005	0.292	-0.091	0.027	-0.028	0.236	-0.099
S10	0.026	-0.027	0.179	-0.064	0.031	-0.034	0.169	-0.066
S11	0.021	-0.022	0.141	-0.046	0.025	-0.027	0.132	-0.048
S12	0.007	-0.006	0.216	-0.066	0.018	-0.019	0.185	-0.070
MEDIAS TEMPORALES								
1980	0.045	-0.032	0.188	-0.104	0.065	-0.051	0.160	-0.114
1981	0.041	-0.031	0.192	-0.102	0.059	-0.049	0.166	-0.111
1982	0.037	-0.028	0.198	-0.101	0.054	-0.045	0.172	-0.109
1983	0.030	-0.030	0.207	-0.098	0.044	-0.046	0.185	-0.104
1984	0.025	-0.025	0.216	-0.097	0.038	-0.041	0.192	-0.102
1985	0.023	-0.022	0.224	-0.095	0.038	-0.038	0.197	-0.101
1986	0.026	-0.022	0.236	-0.093	0.044	-0.040	0.199	-0.100
1987	0.028	-0.034	0.249	-0.091	0.039	-0.051	0.221	-0.096
1988	0.029	-0.034	0.264	-0.090	0.043	-0.055	0.227	-0.095
1989	0.031	-0.038	0.279	-0.088	0.046	-0.060	0.237	-0.093
1990	0.037	-0.050	0.295	-0.087	0.049	-0.071	0.255	-0.091
1991	0.044	-0.056	0.315	-0.085	0.056	-0.076	0.268	-0.089

Tabla 6.21 Efectos del capital público propio y privado en el largo plazo

	ϵ_{CKg}	S_{Kg}	ϵ_{LKg}	ϵ_{MKg}	ϵ_{CKp}	S_{Kp}	Kp/Kp
MEDIAS GLOBALES							
	0.003	0.002	-0.133	0.061	-0.025	0.015	2.125
MEDIAS REGIONALES							
AND	0.007	-0.000	-0.123	0.062	-0.024	0.015	1.945
ARA	-0.003	0.002	-0.178	0.058	-0.020	0.014	1.828
AST	0.002	0.000	-0.126	0.063	-0.026	0.018	1.603
CANT	0.002	0.000	-0.127	0.062	-0.041	0.035	1.703
C-L	-0.005	0.004	-0.175	0.059	-0.013	0.002	2.166
C-M	0.005	0.000	-0.195	0.057	-0.024	0.015	1.994
CAT	0.005	0.002	-0.117	0.063	-0.019	0.008	2.326
VAL	0.007	0.000	-0.142	0.060	-0.024	0.014	2.153
EXT	0.012	-0.001	-0.188	0.058	-0.043	0.033	1.777
GAL	0.012	-0.001	-0.123	0.062	-0.046	0.030	2.809
MAD	-0.002	0.005	-0.122	0.062	-0.030	0.019	2.227
MUR	0.014	-0.002	-0.153	0.059	-0.052	0.036	2.542
NAV	0.002	0.002	-0.125	0.062	-0.049	0.036	2.502
PV	-0.001	0.002	-0.121	0.063	-0.015	0.009	1.448
RIO	0.007	0.001	-0.152	0.059	-0.058	0.042	2.662
MEDIAS SECTORIALES							
S1	0.005	-0.001	-0.160	0.084	-0.016	0.010	1.932
S2	-0.001	0.000	-0.168	0.065	-0.028	0.028	1.157
S3	-0.002	0.001	-0.169	0.069	-0.013	0.014	1.351
S4	0.005	0.001	-0.181	0.074	-0.044	0.035	2.215
S5	-0.005	0.002	-0.104	0.033	-0.022	0.019	1.152
S6	-0.004	0.002	-0.122	0.040	-0.023	0.016	1.435
S7	-0.006	0.009	-0.242	0.100	-0.040	0.029	3.696
S8	0.060	-0.007	-0.544	0.266	-0.189	0.117	12.898
S9	0.014	-0.002	-0.156	0.061	-0.046	0.031	2.636
S10	-0.004	0.001	-0.111	0.042	-0.017	0.014	1.018
S11	-0.005	0.001	-0.088	0.031	-0.011	0.009	0.763
S12	0.008	-0.000	-0.122	0.044	-0.033	0.025	1.431
MEDIAS TEMPORALES							
1980	0.006	0.002	-0.100	0.068	-0.058	0.026	2.678
1981	0.006	0.001	-0.104	0.067	-0.047	0.022	2.430
1982	0.008	0.000	-0.107	0.065	-0.038	0.018	2.366
1983	0.008	-0.001	-0.115	0.063	-0.033	0.023	1.976
1984	0.010	-0.002	-0.120	0.062	-0.028	0.020	1.937
1985	0.011	-0.002	-0.124	0.061	-0.024	0.016	2.032
1986	0.009	-0.000	-0.127	0.061	-0.020	0.009	2.386
1987	0.002	0.001	-0.142	0.059	-0.018	0.015	1.816
1988	0.000	0.003	-0.148	0.059	-0.015	0.010	2.027
1989	-0.002	0.004	-0.156	0.058	-0.011	0.005	2.069
1990	-0.007	0.006	-0.170	0.057	-0.006	0.000	1.862
1991	-0.011	0.007	-0.182	0.057	0.001	-0.008	1.926

Tabla 6.22 Efecto localización del capital público propio

	ε_{KpKg}^{LR}	ε_{KpKg}^{SR}	ε_{KpL}	ε_{KpM}	ε_{LKg}	ε_{MKg}
MEDIAS GLOBALES						
	-0.109	-0.081	0.722	0.925	-0.122	0.048
MEDIAS REGIONALES						
AND	-0.100	-0.077	0.729	0.931	-0.112	0.050
ARA	-0.141	-0.092	0.676	0.885	-0.155	0.044
AST	-0.105	-0.081	0.708	0.899	-0.110	0.051
CANT	-0.105	-0.079	0.709	0.902	-0.110	0.050
C-L	-0.139	-0.094	0.683	0.891	-0.155	0.044
C-M	-0.140	-0.086	0.679	0.902	-0.170	0.043
CAT	-0.099	-0.078	0.741	0.944	-0.111	0.049
VAL	-0.115	-0.081	0.718	0.927	-0.132	0.046
EXT	-0.129	-0.079	0.689	0.911	-0.156	0.045
GAL	-0.097	-0.074	0.751	0.965	-0.120	0.048
MAD	-0.105	-0.083	0.730	0.929	-0.114	0.049
MUR	-0.112	-0.076	0.729	0.951	-0.151	0.045
NAV	-0.105	-0.080	0.734	0.939	-0.119	0.048
PV	-0.105	-0.083	0.711	0.899	-0.105	0.051
RIO	-0.117	-0.079	0.716	0.931	-0.143	0.045
MEDIAS SECTORIALES						
S1	-0.135	-0.108	0.922	1.165	-0.133	0.069
S2	-0.137	-0.093	0.731	0.941	-0.132	0.052
S3	-0.137	-0.097	0.778	0.996	-0.136	0.056
S4	-0.144	-0.100	0.874	1.130	-0.162	0.058
S5	-0.079	-0.052	0.376	0.494	-0.092	0.024
S6	-0.087	-0.059	0.462	0.603	-0.117	0.030
S7	-0.198	-0.142	1.184	1.527	-0.223	0.077
S8	-0.426	-0.321	3.287	4.237	-0.545	0.205
S9	-0.116	-0.078	0.745	0.973	-0.149	0.047
S10	-0.090	-0.062	0.472	0.610	-0.092	0.033
S11	-0.072	-0.050	0.340	0.440	-0.072	0.023
S12	-0.092	-0.059	0.527	0.691	-0.110	0.034
MEDIAS TEMPORALES						
1980	-0.096	-0.090	0.741	0.930	-0.096	0.053
1981	-0.096	-0.086	0.740	0.931	-0.098	0.052
1982	-0.096	-0.084	0.741	0.935	-0.101	0.051
1983	-0.099	-0.079	0.732	0.929	-0.106	0.050
1984	-0.100	-0.077	0.732	0.932	-0.111	0.049
1985	-0.101	-0.076	0.733	0.936	-0.115	0.049
1986	-0.105	-0.079	0.733	0.939	-0.121	0.048
1987	-0.113	-0.078	0.714	0.921	-0.127	0.047
1988	-0.116	-0.079	0.714	0.926	-0.135	0.046
1989	-0.121	-0.080	0.708	0.922	-0.143	0.045
1990	-0.129	-0.082	0.692	0.907	-0.151	0.044
1991	-0.136	-0.086	0.682	0.898	-0.161	0.043

Tabla 6.23 Efectos en el output

	$\varepsilon_{YKg Kp}$	$\varepsilon_{YKg Kp^*}$	$\varepsilon_{CY Kp}$	$\varepsilon_{CY Kp^*}$	ε_{YKg}^{LR}	ε_{CY}^{LR}
MEDIAS GLOBALES						
	0.0003	-0.014	0.888	0.792	0.006	0.797
MEDIAS REGIONALES						
AND	-0.005	-0.019	0.881	0.792	-0.002	0.796
ARA	0.004	-0.005	0.884	0.813	0.014	0.819
AST	-0.004	-0.009	0.846	0.816	0.002	0.821
CANT	-0.002	-0.009	0.855	0.819	0.002	0.821
C-L	0.007	-0.004	0.887	0.802	0.022	0.810
C-M	-0.004	-0.023	0.888	0.797	-0.003	0.800
CAT	-0.001	-0.017	0.894	0.779	0.006	0.785
VAL	-0.004	-0.020	0.892	0.788	-0.000	0.793
EXT	-0.011	-0.025	0.878	0.805	-0.014	0.806
GAL	-0.003	-0.029	0.916	0.764	-0.006	0.765
MAD	0.008	-0.003	0.900	0.796	0.018	0.802
MUR	-0.006	-0.031	0.916	0.776	-0.011	0.775
NAV	0.007	-0.009	0.914	0.792	0.011	0.793
PV	-0.001	-0.006	0.855	0.814	0.006	0.821
RIO	0.003	-0.014	0.917	0.801	0.004	0.801
MEDIAS SECTORIALES						
S1	-0.011	-0.017	1.086	1.070	-0.003	1.079
S2	-0.005	-0.006	0.907	0.913	0.001	0.919
S3	-0.004	-0.006	0.959	0.951	0.003	0.958
S4	-0.001	-0.014	1.092	1.001	0.003	1.005
S5	0.009	0.004	0.503	0.455	0.015	0.457
S6	0.008	0.002	0.602	0.538	0.015	0.540
S7	0.015	-0.002	1.490	1.323	0.036	1.332
S8	-0.018	-0.139	4.022	3.303	-0.025	3.308
S9	-0.006	-0.029	0.933	0.798	-0.008	0.799
S10	0.003	-0.000	0.607	0.574	0.008	0.578
S11	0.004	0.002	0.451	0.428	0.009	0.431
S12	-0.004	-0.015	0.671	0.601	-0.005	0.602
MEDIAS TEMPORALES						
1980	-0.000	-0.020	0.900	0.785	0.007	0.793
1981	-0.002	-0.020	0.896	0.786	0.004	0.793
1982	-0.004	-0.022	0.894	0.785	0.001	0.791
1983	-0.005	-0.019	0.882	0.794	-0.002	0.799
1984	-0.008	-0.022	0.881	0.793	-0.006	0.796
1985	-0.008	-0.023	0.886	0.789	-0.007	0.792
1986	-0.004	-0.023	0.898	0.781	-0.001	0.785
1987	0.000	-0.010	0.878	0.799	0.005	0.803
1988	0.003	-0.008	0.887	0.793	0.010	0.797
1989	0.006	-0.004	0.890	0.794	0.015	0.799
1990	0.010	0.002	0.883	0.804	0.020	0.809
1991	0.013	0.005	0.886	0.806	0.025	0.812

EFFECTOS TRAS LA ESTIMACIÓN NO LINEAL CON CAPITAL PÚBLICO PROPIO Y DE LAS REGIONES VECINAS

Tabla 6.24 Efectos del capital público de las regiones vecinas en el corto plazo

	$K_p = \bar{K}_p$				$K_p = K_p^*$			
	ϵ_{SCKg}	S_{Kg}	ϵ_{LKg}	ϵ_{MKg}	ϵ_{SCKg}	S_{Kg}	ϵ_{LKg}	ϵ_{MKg}
MEDIAS GLOBALES								
	-0.0004	0.0001	-0.183	0.072	0.011	-0.002	-0.158	0.077
MEDIAS REGIONALES								
AND	0.006	-0.003	-0.167	0.074	0.015	-0.008	-0.150	0.079
ARA	-0.006	0.000	-0.233	0.066	0.004	-0.000	-0.201	0.069
AST	0.004	-0.000	-0.164	0.077	0.008	-0.001	-0.153	0.079
CANT	0.002	-0.000	-0.165	0.075	0.006	-0.000	-0.156	0.077
C-L	-0.010	0.001	-0.232	0.066	0.003	-0.000	-0.196	0.070
C-M	0.006	-0.000	-0.254	0.065	0.014	-0.000	-0.218	0.068
CAT	0.001	-0.000	-0.167	0.074	0.014	-0.007	-0.143	0.080
VAL	0.005	-0.001	-0.197	0.069	0.016	-0.002	-0.168	0.074
EXT	0.014	-0.000	-0.233	0.067	0.020	-0.000	-0.215	0.070
GAL	0.005	-0.001	-0.180	0.072	0.018	-0.003	-0.149	0.079
MAD	-0.012	0.002	-0.171	0.073	0.002	-0.000	-0.146	0.079
MUR	0.009	-0.000	-0.226	0.068	0.021	-0.001	-0.174	0.074
NAV	-0.009	0.000	-0.178	0.072	0.005	-0.000	-0.151	0.078
PV	0.001	-0.000	-0.157	0.077	0.006	-0.001	-0.148	0.079
RIO	-0.004	0.000	-0.214	0.067	0.010	-0.000	-0.177	0.073
MEDIAS SECTORIALES								
S1	0.013	-0.002	-0.200	0.104	0.016	-0.002	-0.196	0.105
S2	0.006	-0.000	-0.197	0.078	0.006	-0.000	-0.202	0.078
S3	0.005	-0.000	-0.204	0.084	0.006	-0.001	-0.202	0.085
S4	0.001	-0.000	-0.242	0.087	0.012	-0.001	-0.214	0.092
S5	-0.012	0.000	-0.137	0.037	-0.004	0.000	-0.114	0.039
S6	-0.011	0.001	-0.175	0.045	-0.002	0.000	-0.128	0.048
S7	-0.021	0.002	-0.334	0.116	0.002	-0.000	-0.281	0.123
S8	0.025	-0.003	-0.816	0.307	0.095	-0.014	-0.654	0.341
S9	0.008	-0.001	-0.223	0.070	0.022	-0.002	-0.181	0.076
S10	-0.004	0.000	-0.137	0.049	-0.000	0.000	-0.130	0.050
S11	-0.006	0.000	-0.108	0.035	-0.002	0.000	-0.101	0.036
S12	0.006	-0.000	-0.165	0.050	0.013	-0.000	-0.142	0.053
MEDIAS TEMPORALES								
1980	0.000	-0.000	-0.144	0.079	0.015	-0.003	-0.123	0.087
1981	0.002	-0.000	-0.147	0.078	0.016	-0.003	-0.127	0.085
1982	0.005	-0.001	-0.152	0.077	0.018	-0.003	-0.131	0.083
1983	0.007	-0.001	-0.159	0.075	0.016	-0.003	-0.141	0.080
1984	0.010	-0.002	-0.165	0.074	0.019	-0.003	-0.147	0.078
1985	0.010	-0.002	-0.172	0.073	0.020	-0.004	-0.151	0.077
1986	0.005	-0.001	-0.181	0.071	0.017	-0.003	-0.153	0.077
1987	-0.000	0.000	-0.191	0.070	0.008	-0.002	-0.170	0.073
1988	-0.005	0.001	-0.202	0.069	0.006	-0.001	-0.174	0.072
1989	-0.009	0.002	-0.214	0.067	0.003	-0.001	-0.181	0.071
1990	-0.013	0.002	-0.226	0.066	-0.003	0.001	-0.195	0.069
1991	-0.018	0.003	-0.241	0.065	-0.007	0.001	-0.205	0.068

Tabla 6.25 Efectos del capital público de las vecinas en el largo plazo

	ε_{CKg}	S_{Kg}	ε_{LKg}	ε_{MKg}
MEDIAS GLOBALES				
	0.005	0.001	-0.199	0.092
MEDIAS REGIONALES				
AND	0.010	-0.001	-0.184	0.093
ARA	-0.005	0.000	-0.266	0.087
AST	0.003	0.000	-0.188	0.094
CANT	0.004	0.000	-0.191	0.093
C-L	-0.008	0.001	-0.262	0.088
C-M	0.008	0.000	-0.292	0.086
CAT	0.008	0.002	-0.176	0.094
VAL	0.011	0.000	-0.213	0.089
EXT	0.019	-0.000	-0.282	0.087
GAL	0.018	-0.001	-0.184	0.092
MAD	-0.003	0.003	-0.182	0.094
MUR	0.022	-0.000	-0.229	0.088
NAV	0.003	0.001	-0.188	0.092
PV	-0.002	0.001	-0.181	0.094
RIO	0.011	0.000	-0.228	0.088
MEDIAS SECTORIALES				
S1	0.007	-0.001	-0.240	0.126
S2	-0.002	0.000	-0.252	0.097
S3	-0.002	0.000	-0.253	0.104
S4	0.007	0.000	-0.272	0.111
S5	-0.008	0.001	-0.156	0.049
S6	-0.005	0.001	-0.183	0.059
S7	-0.009	0.004	-0.362	0.150
S8	0.090	-0.002	-0.815	0.399
S9	0.021	-0.001	-0.233	0.091
S10	-0.005	0.001	-0.167	0.063
S11	-0.007	0.000	-0.132	0.046
S12	0.012	-0.000	-0.183	0.065
MEDIAS TEMPORALES				
1980	0.008	0.001	-0.150	0.102
1981	0.010	0.001	-0.156	0.100
1982	0.012	0.000	-0.161	0.098
1983	0.011	-0.000	-0.173	0.094
1984	0.015	-0.001	-0.180	0.092
1985	0.016	-0.001	-0.186	0.092
1986	0.013	-0.000	-0.190	0.091
1987	0.003	0.001	-0.213	0.088
1988	0.001	0.002	-0.221	0.088
1989	-0.003	0.003	-0.233	0.087
1990	-0.011	0.004	-0.255	0.086
1991	-0.016	0.005	-0.272	0.086

Tabla 6.26 Efecto localización del Kg de las reg. vecinas

	ϵ_{KpKg}^{LR}	ϵ_{KpKg}^{SR}	ϵ_{KpL}	ϵ_{KpM}	ϵ_{LKg}	ϵ_{MKg}
MEDIAS GLOBALES						
	-0.163	-0.122	0.722	0.925	-0.183	0.072
MEDIAS REGIONALES						
AND	-0.150	-0.116	0.729	0.931	-0.167	0.074
ARA	-0.211	-0.137	0.676	0.885	-0.233	0.066
AST	-0.158	-0.122	0.708	0.899	-0.164	0.077
CANT	-0.158	-0.119	0.709	0.902	-0.165	0.075
C-L	-0.209	-0.140	0.683	0.891	-0.232	0.066
C-M	-0.210	-0.129	0.679	0.902	-0.254	0.065
CAT	-0.148	-0.118	0.741	0.944	-0.167	0.074
VAL	-0.172	-0.121	0.718	0.927	-0.197	0.069
EXT	-0.194	-0.119	0.689	0.911	-0.233	0.067
GAL	-0.145	-0.111	0.751	0.965	-0.180	0.072
MAD	-0.157	-0.124	0.730	0.929	-0.171	0.073
MUR	-0.168	-0.113	0.729	0.951	-0.226	0.068
NAV	-0.157	-0.120	0.734	0.939	-0.178	0.072
PV	-0.157	-0.124	0.711	0.899	-0.157	0.077
RIO	-0.175	-0.119	0.716	0.931	-0.214	0.067
MEDIAS SECTORIALES						
S1	-0.203	-0.162	0.922	1.165	-0.200	0.104
S2	-0.205	-0.139	0.731	0.941	-0.197	0.078
S3	-0.205	-0.145	0.778	0.996	-0.204	0.084
S4	-0.216	-0.150	0.874	1.130	-0.242	0.087
S5	-0.118	-0.078	0.376	0.494	-0.137	0.037
S6	-0.130	-0.088	0.462	0.603	-0.175	0.045
S7	-0.297	-0.213	1.184	1.527	-0.334	0.116
S8	-0.638	-0.480	3.287	4.237	-0.816	0.307
S9	-0.174	-0.117	0.745	0.973	-0.223	0.070
S10	-0.135	-0.093	0.472	0.610	-0.137	0.049
S11	-0.108	-0.075	0.340	0.440	-0.108	0.035
S12	-0.138	-0.089	0.527	0.691	-0.165	0.050
MEDIAS TEMPORALES						
1980	-0.143	-0.134	0.741	0.930	-0.144	0.079
1981	-0.144	-0.129	0.740	0.931	-0.147	0.078
1982	-0.144	-0.125	0.741	0.935	-0.152	0.077
1983	-0.148	-0.119	0.732	0.929	-0.159	0.075
1984	-0.149	-0.115	0.732	0.932	-0.165	0.074
1985	-0.151	-0.114	0.733	0.936	-0.172	0.073
1986	-0.157	-0.118	0.733	0.939	-0.181	0.071
1987	-0.169	-0.116	0.714	0.921	-0.191	0.070
1988	-0.174	-0.118	0.714	0.926	-0.202	0.069
1989	-0.181	-0.120	0.708	0.922	-0.214	0.067
1990	-0.194	-0.123	0.692	0.907	-0.226	0.066
1991	-0.204	-0.128	0.682	0.898	-0.241	0.065

Tabla 6.27 Efectos en el output

	$\epsilon_{YKg Kp}$	$\epsilon_{YKg Kp}$	ϵ_{YKg}^{LR}
MEDIAS GLOBALES			
	0.0002	-0.020	0.009
MEDIAS REGIONALES			
AND	-0.007	-0.028	-0.003
ARA	0.006	-0.007	0.021
AST	-0.005	-0.013	0.004
CANT	-0.003	-0.013	0.003
C-L	0.010	-0.006	0.033
C-M	-0.007	-0.034	-0.004
CAT	-0.001	-0.026	0.008
VAL	-0.006	-0.031	-0.000
EXT	-0.016	-0.038	-0.021
GAL	-0.005	-0.044	-0.008
MAD	0.013	-0.004	0.027
MUR	-0.009	-0.046	-0.017
NAV	0.010	-0.014	0.017
PV	-0.001	-0.009	0.010
RIO	0.004	-0.020	0.006
MEDIAS SECTORIALES			
S1	-0.017	-0.026	-0.005
S2	-0.008	-0.010	0.001
S3	-0.006	-0.010	0.005
S4	-0.002	-0.020	0.005
S5	0.013	0.007	0.023
S6	0.012	0.002	0.022
S7	0.022	-0.003	0.054
S8	-0.028	-0.208	-0.038
S9	-0.010	-0.044	-0.012
S10	0.005	-0.000	0.013
S11	0.007	0.003	0.013
S12	-0.007	-0.022	-0.007
MEDIAS TEMPORALES			
1980	-0.000	-0.030	0.011
1981	-0.003	-0.030	0.006
1982	-0.006	-0.033	0.001
1983	-0.008	-0.028	-0.003
1984	-0.012	-0.032	-0.009
1985	-0.012	-0.035	-0.010
1986	-0.006	-0.034	-0.001
1987	0.000	-0.015	0.007
1988	0.005	-0.012	0.016
1989	0.009	-0.007	0.023
1990	0.015	0.003	0.031
1991	0.020	0.008	0.038

EFECTOS TRAS LA ESTIMACIÓN NO LINEAL INCLUYENDO EXTERNALIDADES

Tabla 6.28 Efectos del capital público propio en el corto plazo

	$Kp = \bar{K}p$				$Kp = Kp^*$			
	ε_{SCKg}	S_{Kg}	ε_{LKg}	ε_{MKg}	ε_{SCKg}	S_{Kg}	ε_{LKg}	ε_{MKg}
MEDIAS GLOBALES								
	0.019	-0.008	-0.116	0.047	0.029	-0.011	-0.102	0.049
MEDIAS REGIONALES								
AND	0.023	-0.007	-0.105	0.048	0.032	-0.010	-0.095	0.051
ARA	0.017	-0.004	-0.151	0.042	0.024	-0.005	-0.133	0.044
AST	0.020	-0.010	-0.104	0.050	0.026	-0.012	-0.098	0.051
CANT	0.019	-0.009	-0.105	0.049	0.024	-0.010	-0.100	0.050
C-L	0.015	-0.005	-0.149	0.042	0.024	-0.008	-0.129	0.045
C-M	0.025	-0.006	-0.167	0.041	0.033	-0.007	-0.146	0.043
CAT	0.020	-0.010	-0.105	0.048	0.031	-0.014	-0.092	0.051
VAL	0.024	-0.007	-0.127	0.045	0.033	-0.010	-0.110	0.047
EXT	0.029	-0.005	-0.149	0.043	0.037	-0.006	-0.140	0.045
GAL	0.022	-0.007	-0.113	0.047	0.035	-0.010	-0.095	0.051
MAD	0.012	-0.005	-0.107	0.048	0.022	-0.009	-0.093	0.051
MUR	0.025	-0.009	-0.142	0.044	0.037	-0.012	-0.115	0.047
NAV	0.013	-0.004	-0.112	0.047	0.024	-0.007	-0.096	0.050
PV	0.019	-0.008	-0.099	0.050	0.024	-0.009	-0.094	0.051
RIO	0.017	-0.005	-0.136	0.044	0.028	-0.008	-0.115	0.047
MEDIAS SECTORIALES								
S1	0.032	-0.014	-0.128	0.067	0.038	-0.015	-0.126	0.068
S2	0.025	-0.004	-0.128	0.050	0.028	-0.004	-0.131	0.050
S3	0.025	-0.008	-0.131	0.054	0.028	-0.008	-0.130	0.054
S4	0.025	-0.006	-0.155	0.057	0.034	-0.008	-0.139	0.059
S5	0.004	-0.001	-0.085	0.024	0.009	-0.001	-0.073	0.025
S6	0.006	-0.001	-0.102	0.029	0.012	-0.003	-0.081	0.031
S7	0.019	-0.008	-0.210	0.075	0.035	-0.014	-0.181	0.080
S8	0.103	-0.053	-0.527	0.198	0.163	-0.081	-0.431	0.217
S9	0.026	-0.008	-0.144	0.045	0.039	-0.011	-0.119	0.048
S10	0.011	-0.002	-0.087	0.032	0.014	-0.003	-0.083	0.033
S11	0.006	-0.001	-0.068	0.023	0.009	-0.001	-0.064	0.024
S12	0.019	-0.002	-0.106	0.032	0.026	-0.003	-0.093	0.034
MEDIAS TEMPORALES								
1980	0.025	-0.011	-0.094	0.051	0.037	-0.015	-0.082	0.055
1981	0.025	-0.011	-0.096	0.050	0.037	-0.014	-0.084	0.054
1982	0.026	-0.010	-0.099	0.050	0.037	-0.014	-0.087	0.053
1983	0.026	-0.011	-0.103	0.049	0.035	-0.013	-0.093	0.051
1984	0.027	-0.010	-0.108	0.048	0.036	-0.013	-0.097	0.050
1985	0.026	-0.010	-0.111	0.047	0.036	-0.013	-0.099	0.050
1986	0.022	-0.008	-0.116	0.046	0.033	-0.011	-0.099	0.049
1987	0.017	-0.007	-0.121	0.045	0.025	-0.009	-0.109	0.047
1988	0.014	-0.006	-0.127	0.045	0.022	-0.009	-0.111	0.047
1989	0.011	-0.005	-0.132	0.044	0.019	-0.008	-0.115	0.046
1990	0.007	-0.003	-0.138	0.043	0.014	-0.005	-0.122	0.045
1991	0.003	-0.001	-0.145	0.043	0.010	-0.004	-0.127	0.045

Tabla 6.29 Efectos del capital privado en el corto plazo

	$Kp = \bar{K}p$				$Kp = Kp^*$			
	ε_{SCKp}	S_{Kp}	ε_{LKp}	ε_{MKp}	ε_{SCKp}	S_{Kp}	ε_{LKp}	ε_{MKp}
MEDIAS GLOBALES								
	0.032	-0.033	0.218	-0.088	0.054	-0.051	0.192	-0.093
MEDIAS REGIONALES								
AND	0.030	-0.028	0.197	-0.091	0.050	-0.043	0.179	-0.096
ARA	0.042	-0.056	0.283	-0.080	0.059	-0.074	0.249	-0.083
AST	0.031	-0.029	0.195	-0.094	0.043	-0.034	0.184	-0.095
CANT	0.015	-0.015	0.198	-0.091	0.025	-0.022	0.188	-0.093
C-L	0.050	-0.064	0.280	-0.080	0.072	-0.087	0.242	-0.084
C-M	0.031	-0.033	0.315	-0.078	0.050	-0.049	0.275	-0.082
CAT	0.037	-0.037	0.198	-0.090	0.062	-0.059	0.172	-0.097
VAL	0.033	-0.034	0.239	-0.084	0.055	-0.054	0.207	-0.089
EXT	0.006	-0.006	0.279	-0.081	0.020	-0.017	0.263	-0.084
GAL	0.003	-0.003	0.212	-0.087	0.031	-0.026	0.179	-0.095
MAD	0.033	-0.036	0.202	-0.090	0.057	-0.059	0.175	-0.096
MUR	-0.004	0.003	0.267	-0.082	0.021	-0.018	0.217	-0.088
NAV	0.007	-0.007	0.210	-0.088	0.032	-0.029	0.181	-0.094
PV	0.045	-0.044	0.186	-0.094	0.058	-0.052	0.177	-0.096
RIO	-0.003	0.002	0.256	-0.082	0.022	-0.019	0.216	-0.088
MEDIAS SECTORIALES								
S1	0.054	-0.047	0.241	-0.126	0.067	-0.050	0.237	-0.127
S2	0.041	-0.045	0.240	-0.095	0.046	-0.044	0.246	-0.095
S3	0.047	-0.051	0.246	-0.102	0.055	-0.053	0.245	-0.102
S4	0.027	-0.028	0.291	-0.106	0.048	-0.045	0.261	-0.111
S5	0.015	-0.019	0.161	-0.045	0.026	-0.032	0.136	-0.047
S6	0.017	-0.019	0.192	-0.055	0.031	-0.033	0.153	-0.058
S7	0.057	-0.077	0.395	-0.141	0.095	-0.121	0.340	-0.150
S8	0.038	-0.035	0.990	-0.372	0.174	-0.156	0.811	-0.409
S9	0.006	-0.006	0.271	-0.084	0.033	-0.029	0.224	-0.091
S10	0.025	-0.026	0.163	-0.059	0.034	-0.033	0.156	-0.061
S11	0.020	-0.021	0.128	-0.043	0.027	-0.026	0.121	-0.044
S12	0.007	-0.007	0.200	-0.061	0.021	-0.019	0.175	-0.064
MEDIAS TEMPORALES								
1980	0.045	-0.033	0.177	-0.096	0.073	-0.051	0.153	-0.104
1981	0.041	-0.032	0.181	-0.094	0.067	-0.049	0.159	-0.102
1982	0.036	-0.028	0.186	-0.093	0.061	-0.045	0.163	-0.100
1983	0.030	-0.030	0.194	-0.091	0.050	-0.046	0.175	-0.096
1984	0.025	-0.026	0.202	-0.090	0.044	-0.041	0.182	-0.094
1985	0.023	-0.022	0.209	-0.088	0.043	-0.038	0.186	-0.093
1986	0.026	-0.022	0.218	-0.087	0.051	-0.040	0.187	-0.093
1987	0.027	-0.034	0.227	-0.086	0.044	-0.050	0.205	-0.089
1988	0.028	-0.034	0.238	-0.084	0.048	-0.054	0.209	-0.089
1989	0.030	-0.038	0.249	-0.083	0.051	-0.059	0.216	-0.087
1990	0.036	-0.049	0.260	-0.082	0.055	-0.069	0.230	-0.085
1991	0.042	-0.054	0.274	-0.081	0.062	-0.074	0.239	-0.084

Tabla 6.30 Efectos del capital público propio y privado en el largo plazo

	ε_{CKg}	S_{Kg}	ε_{LKg}	ε_{MKg}	ε_{CKp}	S_{Kp}	Kp^*/Kp
MEDIAS GLOBALES							
	0.025	-0.006	-0.122	0.057	-0.022	0.659	2.075
MEDIAS REGIONALES							
AND	0.029	-0.007	-0.112	0.059	-0.023	0.721	1.918
ARA	0.020	-0.003	-0.164	0.053	-0.014	0.697	1.751
AST	0.023	-0.009	-0.115	0.059	-0.023	0.647	1.574
CANT	0.023	-0.008	-0.118	0.058	-0.038	0.646	1.663
C-L	0.018	-0.003	-0.160	0.054	-0.007	0.681	2.075
C-M	0.030	-0.005	-0.181	0.052	-0.016	0.460	1.891
CAT	0.027	-0.008	-0.108	0.059	-0.018	0.645	2.278
VAL	0.030	-0.006	-0.133	0.055	-0.019	0.530	2.077
EXT	0.036	-0.005	-0.169	0.052	-0.035	0.447	1.711
GAL	0.034	-0.007	-0.113	0.058	-0.045	0.498	2.757
MAD	0.019	-0.004	-0.111	0.059	-0.029	0.858	2.195
MUR	0.037	-0.009	-0.141	0.054	-0.047	0.391	2.447
NAV	0.023	-0.004	-0.115	0.058	-0.048	0.608	2.463
PV	0.020	-0.006	-0.110	0.059	-0.013	0.789	1.426
RIO	0.028	-0.005	-0.140	0.054	-0.054	0.470	2.582
MEDIAS SECTORIALES							
S1	0.034	-0.012	-0.148	0.078	-0.012	0.768	1.893
S2	0.024	-0.003	-0.154	0.059	-0.022	0.937	1.128
S3	0.024	-0.007	-0.154	0.064	-0.008	0.862	1.317
S4	0.032	-0.006	-0.167	0.069	-0.039	0.830	2.160
S5	0.007	-0.000	-0.091	0.030	-0.021	0.506	1.132
S6	0.011	-0.001	-0.103	0.037	-0.021	0.469	1.408
S7	0.029	-0.006	-0.220	0.093	-0.036	1.349	3.603
S8	0.159	-0.051	-0.517	0.249	-0.175	1.865	12.482
S9	0.038	-0.008	-0.145	0.056	-0.041	0.452	2.548
S10	0.012	-0.002	-0.100	0.038	-0.015	0.550	1.001
S11	0.007	-0.001	-0.078	0.028	-0.009	0.390	0.750
S12	0.025	-0.002	-0.113	0.040	-0.029	0.404	1.389
MEDIAS TEMPORALES							
1980	0.033	-0.009	-0.098	0.064	-0.054	0.830	2.607
1981	0.033	-0.009	-0.101	0.063	-0.043	0.765	2.366
1982	0.034	-0.009	-0.104	0.061	-0.035	0.655	2.305
1983	0.032	-0.009	-0.110	0.059	-0.030	0.752	1.924
1984	0.034	-0.009	-0.114	0.058	-0.024	0.634	1.883
1985	0.034	-0.009	-0.117	0.057	-0.021	0.517	1.978
1986	0.031	-0.007	-0.119	0.057	-0.017	0.419	2.327
1987	0.023	-0.006	-0.130	0.055	-0.016	0.671	1.775
1988	0.020	-0.005	-0.133	0.055	-0.013	0.592	1.983
1989	0.016	-0.003	-0.138	0.054	-0.009	0.567	2.027
1990	0.010	-0.001	-0.148	0.053	-0.004	0.644	1.829
1991	0.006	0.000	-0.155	0.053	0.002	0.594	1.894

Tabla 6.31 Efecto localización del capital público propio

	ϵ_{KpKg}^{LR}	ϵ_{KpKg}^{SR}	ϵ_{KpL}	ϵ_{KpM}	ϵ_{LKg}	ϵ_{MKg}
MEDIAS GLOBALES						
	-0.090	-0.079	0.240	0.259	-0.116	0.047
MEDIAS REGIONALES						
AND	-0.082	-0.074	0.215	0.229	-0.105	0.048
ARA	-0.111	-0.090	0.242	0.264	-0.151	0.042
AST	-0.088	-0.078	0.214	0.228	-0.104	0.050
CANT	-0.087	-0.077	0.237	0.256	-0.105	0.049
C-L	-0.110	-0.092	0.241	0.262	-0.149	0.042
C-M	-0.109	-0.086	0.264	0.291	-0.167	0.041
CAT	-0.085	-0.076	0.248	0.266	-0.105	0.048
VAL	-0.094	-0.079	0.266	0.289	-0.127	0.045
EXT	-0.098	-0.078	0.257	0.282	-0.149	0.043
GAL	-0.082	-0.071	0.278	0.302	-0.113	0.047
MAD	-0.089	-0.080	0.223	0.237	-0.107	0.048
MUR	-0.092	-0.074	0.298	0.328	-0.142	0.044
NAV	-0.088	-0.077	0.266	0.288	-0.112	0.047
PV	-0.088	-0.080	0.199	0.211	-0.099	0.050
RIO	-0.094	-0.077	0.277	0.303	-0.136	0.044
MEDIAS SECTORIALES						
S1	-0.115	-0.105	0.267	0.284	-0.128	0.067
S2	-0.105	-0.090	0.207	0.220	-0.128	0.050
S3	-0.108	-0.094	0.219	0.233	-0.131	0.054
S4	-0.115	-0.098	0.289	0.312	-0.155	0.057
S5	-0.060	-0.050	0.120	0.130	-0.085	0.024
S6	-0.068	-0.057	0.152	0.165	-0.102	0.029
S7	-0.161	-0.139	0.410	0.443	-0.210	0.075
S8	-0.374	-0.314	1.345	1.475	-0.527	0.198
S9	-0.095	-0.077	0.292	0.320	-0.144	0.045
S10	-0.070	-0.060	0.138	0.148	-0.087	0.032
S11	-0.055	-0.048	0.098	0.104	-0.068	0.023
S12	-0.072	-0.058	0.187	0.203	-0.106	0.032
MEDIAS TEMPORALES						
1980	-0.092	-0.087	0.233	0.249	-0.094	0.051
1981	-0.090	-0.084	0.235	0.252	-0.096	0.050
1982	-0.089	-0.082	0.240	0.257	-0.099	0.050
1983	-0.086	-0.077	0.236	0.253	-0.103	0.049
1984	-0.085	-0.075	0.241	0.259	-0.108	0.048
1985	-0.085	-0.074	0.247	0.266	-0.111	0.047
1986	-0.088	-0.077	0.255	0.275	-0.116	0.046
1987	-0.089	-0.075	0.239	0.258	-0.121	0.045
1988	-0.091	-0.076	0.248	0.268	-0.127	0.045
1989	-0.093	-0.077	0.246	0.267	-0.132	0.044
1990	-0.096	-0.080	0.235	0.254	-0.138	0.043
1991	-0.100	-0.083	0.230	0.249	-0.145	0.043

Tabla 6.32 Efectos en el output

	$\epsilon_{YKg} _{Kp}$	$\epsilon_{YKg} _{Kp^*}$	$\epsilon_{CY} _{Kp}$	$\epsilon_{CY} _{Kp^*}$	ϵ_{YKg}^{LR}	ϵ_{CY}^{LR}
MEDIAS GLOBALES						
	-0.022	-0.003	0.886	0.928	-0.001	0.933
MEDIAS REGIONALES						
AND	-0.026	-0.002	0.880	0.932	-0.001	0.936
ARA	-0.020	-0.003	0.879	0.922	-0.001	0.930
AST	-0.025	-0.002	0.845	0.937	-0.001	0.942
CANT	-0.023	-0.002	0.854	0.946	-0.002	0.949
C-L	-0.017	-0.003	0.882	0.916	-0.001	0.925
C-M	-0.028	-0.004	0.882	0.923	-0.003	0.928
CAT	-0.022	-0.003	0.892	0.923	-0.001	0.929
VAL	-0.027	-0.003	0.888	0.923	-0.002	0.928
EXT	-0.033	-0.004	0.873	0.941	-0.003	0.942
GAL	-0.024	-0.003	0.914	0.938	-0.002	0.938
MAD	-0.013	-0.002	0.898	0.931	-0.001	0.936
MUR	-0.028	-0.004	0.911	0.939	-0.003	0.938
NAV	-0.014	-0.002	0.912	0.941	-0.001	0.943
PV	-0.022	-0.002	0.854	0.930	-0.001	0.937
RIO	-0.019	-0.003	0.913	0.943	-0.002	0.943
MEDIAS SECTORIALES						
S1	-0.039	-0.003	1.085	1.218	-0.002	1.227
S2	-0.030	-0.002	0.905	1.021	-0.002	1.028
S3	-0.030	-0.002	0.957	1.069	-0.001	1.077
S4	-0.028	-0.003	1.089	1.158	-0.002	1.163
S5	-0.004	-0.001	0.502	0.519	-0.000	0.521
S6	-0.007	-0.001	0.600	0.621	-0.000	0.623
S7	-0.021	-0.003	1.485	1.542	-0.001	1.552
S8	-0.112	-0.018	4.003	4.048	-0.012	4.054
S9	-0.029	-0.004	0.929	0.959	-0.003	0.960
S10	-0.012	-0.001	0.605	0.649	-0.001	0.653
S11	-0.007	-0.001	0.450	0.478	-0.000	0.482
S12	-0.021	-0.002	0.668	0.702	-0.002	0.703
MEDIAS TEMPORALES						
1980	-0.028	-0.004	0.897	0.913	-0.002	0.921
1981	-0.029	-0.003	0.893	0.917	-0.002	0.924
1982	-0.030	-0.003	0.891	0.920	-0.002	0.926
1983	-0.030	-0.003	0.879	0.929	-0.002	0.934
1984	-0.031	-0.003	0.878	0.931	-0.002	0.935
1985	-0.030	-0.003	0.883	0.931	-0.002	0.935
1986	-0.025	-0.003	0.895	0.927	-0.002	0.931
1987	-0.020	-0.002	0.875	0.935	-0.001	0.940
1988	-0.016	-0.002	0.885	0.933	-0.001	0.937
1989	-0.012	-0.002	0.887	0.932	-0.001	0.937
1990	-0.008	-0.001	0.881	0.933	-0.000	0.939
1991	-0.004	-0.001	0.885	0.930	0.000	0.937

CONCLUSIONES

La presente tesis ha tratado de buscar el marco más adecuado en el estudio de los efectos de las infraestructuras en el crecimiento económico. Tres eran los objetivos principales marcados al inicio de la misma:

- En primer lugar, se perseguía realizar una síntesis de las principales ideas teóricas y conclusiones más interesantes surgidas de la lectura y reflexión del amplio número de trabajos que han aparecido en torno al análisis de los efectos de las infraestructuras en el desarrollo económico regional. Asimismo, dado que la tesis se enmarca dentro de los estudios cuantitativos regionales, se pretendía reclamar una mayor atención al papel de la geografía en general, y de las externalidades, en concreto, como instrumentos de transmisión de crecimiento. Con tal fin, se pretendía realizar una revisión de la literatura más reciente que ha tenido en cuenta la presencia de dichos efectos externos, tanto entre regiones como entre sectores.
- El segundo gran objetivo consistía en tomar el marco más utilizado en el estudio de los efectos de las infraestructuras, la función de producción Cobb-Douglas ampliada con la variable capital público, y analizar la sensibilidad de los resultados a distintas cuestiones teóricas y econométricas. Es decir, no se perseguía el estudio del efecto concreto que una mayor dotación en infraestructuras tiene sobre el crecimiento económico. Más bien, se pretendía analizar los posibles condicionantes que hacen que la relación entre capital público y crecimiento de la productividad sea de una naturaleza compleja, consecuencia del entramado de relaciones indirectas entre ambas variables y, por tanto, difícilmente resumible en un valor numérico.
- El tercer objetivo del trabajo se basaba en el desarrollo de un marco teórico más complejo que las funciones de producción, a fin de entender el proceso de influencia de las infraestructuras. En concreto, se pretendía analizar el entramado de interrelaciones entre el capital público y las cantidades utilizadas de los inputs de producción industrial mediante la cuantificación de las reducciones en los costes que experimentan las empresas como consecuencia de incrementos en las dotaciones infraestructurales. El marco teórico considerado ha sido la teoría de la dualidad, si bien se perseguía realizar una extensión en el uso de la misma, a fin de estudiar el

efecto de las infraestructuras de una doble manera: a través de un canal directo en el corto plazo y de otro indirecto en un plazo más largo.

Recordados los tres objetivos a abordar en la presente tesis, pasamos a considerar los que han sido los principales resultados y las conclusiones que de ellos se derivan.

CONCLUSIONES DE LA LITERATURA EN TORNO A INFRAESTRUCTURAS Y EXTERNALIDADES

La tesis se ha iniciado con una revisión de la literatura que analiza el impacto de las infraestructuras en el crecimiento económico. Si bien los estudios iniciales obtenían que el capital público posee un efecto significativo e importante sobre la actividad privada, se puede concluir que la línea más actual defiende la idea de que las infraestructuras no deben utilizarse como un objetivo en sí mismo para conseguir un incremento determinado del producto, sino como un instrumento necesario para alcanzar otros objetivos entre los que creemos que se han de señalar los siguientes:

- Crear las condiciones necesarias para que la actividad económica pueda establecerse en una región, mediante la posibilidad de producir de forma más barata por la disponibilidad de mejores telecomunicaciones y estructuras urbanas e hidráulicas así como la mayor accesibilidad a los mercados tanto de proveedores como de productos finales por la mejor red de transportes.
- Alcanzar un mayor bienestar para los consumidores gracias a la mayor variedad de productos y de establecimientos de producción y el más fácil acceso a todos los puntos del territorio.
- Buscar la mejor comunicación de todas las regiones por medio de la vertebración del territorio que toda política de inversión en infraestructuras públicas supone, principalmente si es de transportes y telecomunicaciones, y así dar un paso adelante hacia la convergencia regional real.

En la literatura descrita en los capítulos teóricos se ha constatado que estos objetivos no se consiguen con cualquier tipo de infraestructuras. Al respecto y, siguiendo la idea de Martín y Rogers (1995), parece deducirse que debieran tratarse de forma diferenciada las infraestructuras que sirven para poner en comunicación unas regiones con otras (infraestructuras tipo red como carreteras, autopistas, ferrocarriles, puertos y aeropuertos, entre otras) y las infraestructuras que sirven de soporte y desarrollo para la región y de las que difícilmente el resto de regiones pueden beneficiarse directamente (infraestructuras de soporte como las obras hidráulicas, de saneamiento, estructuras urbanas, educación y sanidad). Los efectos que pueden tener unas y otras son muy diferentes. Mientras que la primeras favorecerían el intercambio entre regiones y a nivel internacional, las segundas supondrían la condición necesaria para que la actividad económica llegara a la zona en consideración. Por tanto, la política más adecuada para atraer actividad a una zona desprovista de la misma sería, en nuestra opinión, la de dotarla inicialmente de capital público de soporte y, a medida que dicha dotación resulte adecuada al nivel de actividad que posee, invertir en infraestructuras que pongan en comunicación dicha zona con otras.

Otra idea interesante, a nuestro parecer, es la dada en la investigación de Holtz-Eakin y Lovely (1996) en la que revelan que las infraestructuras públicas no aumentan de forma directa la productividad agregada de la economía pero la alteran a través de incrementos en el número y la variedad de los establecimientos manufactureros. Estas conclusiones se deben, según el modelo de dichos autores, a que las infraestructuras permiten una reducción de costes al mismo tiempo que, si bien el output por establecimiento no se ve afectado, sí aumenta el número de los mismos, con el consiguiente incremento en el output manufacturero y la generación de economías externas que permitirán aumentar la productividad. De este modo, observan que a pesar de la ausencia de efectos directos del capital público, se obtiene evidencia de un papel mucho más sutil a través de canales indirectos de relación e influyendo en las decisiones de localización de la actividad. Por tanto, la aplicación de ciertos modelos de teoría económica hace surgir dudas sobre la existencia de un impacto directo e importante del capital público.

Asimismo, en varios estudios se apunta la idea de que no todas las regiones obtendrían el mismo beneficio de una misma política en infraestructuras. De hecho, según Rietveld (1995)

un aspecto que es especialmente importante en el tema de las infraestructuras, sobre todo de transporte, es la dimensión espacial. De hecho, las infraestructuras no tienen un impacto uniforme en el espacio sino que dan lugar a cambios en la atracción relativa de la localización de las empresas y de las familias. De esta forma, las mejoras en las dotaciones infraestructurales pueden tener un efecto económico negativo en algunas de las áreas en las que se ubican, consecuencia del cambio de posiciones competitivas de las regiones. Es por esta razón que, a fin de analizar el efecto de los transportes y las telecomunicaciones en las empresas, se considera que es más conveniente la realización de estudios a nivel microeconómico que traten los procesos de ajuste en el interior de las empresas como consecuencia de las mejoras infraestructurales.

Desde el punto de vista econométrico, se han destacado los trabajos de Holtz-Eakin (1994), Garcia-Milà *et al.* (1996) y Kelejian y Robinson (1997) que critican los resultados obtenidos en los trabajos iniciales en base a cuestiones econométricas. En los dos primeros trabajos, los autores presentan estimaciones de funciones de producción regionales para el caso de los estados americanos que utilizan técnicas que permiten controlar las características específicas de las regiones (datos de panel). En el último, se realizan estas mismas estimaciones considerando no únicamente diferentes problemas econométricos sino introduciendo asimismo varias formas de efectos *spillover* entre regiones. El denominador común de estos trabajos resulta ser la conclusión de que el capital público no supone ningún papel importante en la productividad del sector privado americano, en contra de lo que las investigaciones iniciales obtenían utilizando el mismo marco analítico pero con una metodología de estimación errónea. En palabras de Holtz-Eakin: "Los resultados previos de efectos positivos importantes parecen ser consecuencia de un marco econométrico restrictivo inapropiado". Todo ello nos hizo preguntarnos sobre si en el caso español, el efecto de las infraestructuras sigue siendo positivo y significativo aun considerando los aspectos econométricos señalados por estos autores.

Asimismo, desde el punto de vista teórico, numerosos trabajos recientes han prestado atención a los vínculos tanto entre economías como entre sectores. Inicialmente, a partir del trabajo de Caballero y Lyons (1989), varios trabajos han intentado contrastar empíricamente la existencia y el tamaño de los *spillovers* tecnológicos entre industrias de una economía. Una de

las implicaciones prácticas de este tipo de trabajos consiste en que, en caso de que no se especifiquen correctamente, estas economías externas pueden sesgar la estimación de los rendimientos internos a escala. Sin embargo, la mayoría de los modelos empíricos que han analizado el crecimiento han usado datos para economías nacionales y regionales que no dejan espacio a los *spillovers* entre tales economías. Esto estaría justificado si existieran externalidades entre sectores industriales dentro de una economía pero no entre economías. Sin embargo, y aquí radica la llamada de atención del Capítulo 3 de la presente tesis, se han de tener en cuenta los resultados teóricos y empíricos de los trabajos de Coe y Helpman (1995), Helpman (1997), Kollman (1995) y López-Bazo *et al.* (1998b) indicando que las externalidades vinculadas a la difusión del conocimiento pueden ser muy importantes tanto entre países como entre regiones. La teoría sugiere diversas maneras en las que la transmisión de tecnología genera tales externalidades:

- el comercio, por ejemplo, pone a disposición productos y servicios que internalizan tecnología de otros países o regiones, proveyendo así conocimientos que de otra manera serían muy costosos de obtener
- en una economía nacional puede suceder que un pequeño número de regiones concentren la mayoría de centros de I+D, si bien el resultado de la investigación puede ser utilizado por las empresas e instituciones localizadas en todo el país

De hecho, la difusión de la tecnología podrá suceder de manera más intensa entre regiones próximas que comparten unas mismas condiciones sociales locales. Siendo esto así, hemos propuesto la utilización del concepto de dependencia espacial a fin de contrastar la presencia de externalidades regionales. La econometría espacial se muestra, a nuestro parecer, como el marco más idóneo en la contrastación y la posterior especificación y estimación de la presencia de efectos externos.

CONDICIONANTES EN LA RELACIÓN INFRAESTRUCTURAS-CRECIMIENTO

En la segunda parte de la tesis se ha demostrado que el vínculo que une las infraestructuras y el crecimiento económico resulta mucho más complejo que lo que algunos investigadores

argumentan, razón por la cual carece de sentido el intentar resumir dicha relación en una sola cifra, una sola elasticidad. En estas páginas se ha ofrecido evidencia de los principales condicionantes en el efecto de la infraestructuras mediante el uso, en cada caso, de la metodología que se ha considerado más adecuada y que salvaguarda, en gran parte, las críticas que otras investigaciones han recibido.

Así, inicialmente se ha utilizado una función de producción neoclásica, la función Cobb-Douglas ampliada con el capital público, en la cual se ha considerado la existencia de posibles variables omitidas así como la sensibilidad de los resultados a los diferentes métodos de estimación, siguiendo las críticas de Holtz-Eakin (1994) y Garcia-Milà *et al.* (1996). En este sentido, se ha obtenido que el uso de las técnicas de datos de panel proporciona, en el caso regional español en el período 1964-1991, resultados mucho más plausibles que los obtenidos para la economía americana. Así, la no consideración de efectos específicos regionales (estimación por MCO) nos llevaría a aceptar la falta de significación del capital público, tanto el básico como el social. Sin embargo, al contrario de lo que sucede para la economía americana en donde la consideración de efectos individuales reduce o invalida el impacto del capital público, en el caso español es precisamente el uso de las técnicas de datos de panel lo que nos permite obtener un efecto significativo del capital público en su componente productiva y unas contribuciones del empleo y el capital privado más creíbles. En este sentido, debe decirse que en todos los casos considerados se acaba escogiendo la estimación de efectos fijos del modelo de componentes del error bidimensional, es decir, introduciendo efectos individuales y temporales específicos. Y es precisamente la utilización de información transversal en los datos la que provee estimaciones mucho más eficientes de los parámetros para el caso español. El impacto del capital público básico resulta positivo y significativo, con un valor modesto, de forma que un incremento del stock de infraestructuras básicas de un 1% aumentaría la productividad del empleo en 0.046%, mientras que el componente social no es significativo. Parece deducirse, en consecuencia, que el capital público posee una contribución marginal que no es ni mayor ni menor que otras formas de inversión (idea ya apuntada por Crihfield y Panggabean, 1995). Difícilmente podría decirse que las infraestructuras signifiquen una verdadera externalidad a la producción que operan en la misma forma que los otros tipos de externalidades convencionales, sino que son tan sólo

(aunque ya es un papel importante) una condición necesaria pero no suficiente del incremento de la productividad, idea ya señalada por Day y Zou (1994) y Button *et al.* (1995).

No obstante, el efecto de unas mayores dotaciones de infraestructura sobre el crecimiento económico depende de una serie de factores que pueden estar haciendo variar los resultados obtenidos con la estimación general de la función de producción. En esta tesis nos hemos centrado en tres de ellos: el efecto umbral, la importancia del ámbito territorial y la diferenciación sectorial.

- En primer lugar, se ha argumentado que el mayor impacto del capital público no es directo sino que se manifiesta a través de variaciones en el resto de factores productivos, de forma que al no quedar éstos recogidos en la función de producción Cobb-Douglas, estaríamos desvirtuando el verdadero camino de transmisión de los efectos de las infraestructuras. Hemos aplicado el método de la expansión de variables a la función de producción ampliada con el capital público con el objeto de introducir relaciones de complementariedad y sustituibilidad entre los distintos inputs de producción, tanto públicos como privados. Mediante la estimación de la función obtenida no se ha concluido en favor de un vínculo directo significativo entre infraestructuras y producto, al contrario de lo que se concluía con la función Cobb-Douglas, pero sí se han observado canales indirectos de relación por los que los aumentos en la dotación de capital público de una zona atraerían inversión privada a la misma. Este efecto *crowding-in* entre ambas variables parece estar en la misma línea del resultado obtenido por Holtz-Eakin y Lovely (1996), a pesar de que en nuestro caso no se pueda llegar a distinguir si el aumento del producto es consecuencia de un aumento del número de establecimientos o de un aumento en la producción de los establecimientos ya existentes.

A partir de los resultados obtenidos tras la estimación de la función de producción expandida se ha estudiado el efecto umbral en el impacto de las infraestructuras. A este respecto, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Analizando el tipo de rendimientos para el capital público básico se ha obtenido que dicho factor presenta rendimientos a escala decrecientes, de manera que a medida que

aumenta el tamaño de la red de infraestructuras públicas se reduciría el efecto de los sucesivos incrementos de la misma, tal y como concluían Mas *et al.* (1996a). Parece haber evidencia, por tanto, a favor de un nivel umbral del capital público más allá del cual los efectos del mismo se desvanecen.

- Cuando se grafica la elasticidad producto-capital público respecto a la dotación de dicho factor en cada región, se ha observado que si bien existe un grupo de regiones con baja dotación de infraestructuras y elevada elasticidad (como cabría esperar según la hipótesis del efecto umbral), existe otro grupo de regiones que contradicen la lógica económica, con bajas dotaciones y baja elasticidad. En nuestra opinión, entre las razones de esta contradicción se encuentran las características y circunstancias concretas de cada región, como la presencia/ausencia de una fuerte actividad industrial, conexión/aislamiento con centros dinámicos, etc., que hacen que dicho umbral se alcance o no, según los casos, revelándose, una vez más, la complejidad del vínculo entre infraestructuras y productividad regional. De estos gráficos se ha podido concluir que además de un nivel máximo a partir del cual los rendimientos del capital público decrecerían, existe un cierto nivel umbral mínimo hasta el cual las dotaciones de capital público no tendrían un efecto significativo.

Por tanto, a la luz de los resultados obtenidos en este trabajo y enlazándolos con las ideas surgidas en las investigaciones más recientes, podemos concluir que si bien las infraestructuras parecen no tener un efecto directo importante en el crecimiento de la productividad sí pueden tenerlo a través de variaciones en el resto de factores productivos, de forma que al no quedar éstos recogidos en una función de producción como la Cobb-Douglas, estaríamos desvirtuando el verdadero camino de transmisión de los efectos de las infraestructuras.

- En segundo término, teniendo en cuenta que el ámbito de aplicación empírica en el presente trabajo es el regional, hemos estudiado la posible dependencia de los resultados al ámbito territorial. Inicialmente, tras la utilización de diversos contrastes de dependencia espacial local, se ha concluido que en el caso español las principales magnitudes económicas no se encuentran distribuidas de forma aleatoria en el espacio sino que

presentan un cierto esquema de dependencia espacial que debe ser tenido en cuenta. En consecuencia, en una primera etapa, hemos partido de la hipótesis de que dicha dependencia espacial puede venir causada por la existencia de efectos *spillover* de las infraestructuras, por lo que se ha introducido el capital público de las regiones vecinas como una variable más influyendo en la relación infraestructura-crecimiento. El capital público de las regiones vecinas resulta ser significativamente diferente de cero y presenta un valor de -0.12. Este signo negativo estaría indicando, por ejemplo, que los factores de producción más móviles, tales como la mano de obra especializada y de mejor calidad, estarían buscando aquellas áreas que tienen las mejores prestaciones, y en caso de que las infraestructuras sean consideradas como tales, los factores móviles se trasladarían a las regiones vecinas que poseen mejores dotaciones infraestructurales. También en el caso de las firmas, viendo que las regiones vecinas poseen mayores dotaciones de capital público y dado que el capital público de la propia región presenta una elasticidad positiva, tendrían un incentivo para trasladarse a dichas regiones vecinas. Quizás una empresa no cambiará su ubicación por el hecho de que las dotaciones infraestructurales sean mejores en la región vecina (ya que la elasticidad del propio capital público es de pequeño tamaño) pero sí podrán ser tenidas en cuenta por aquellas firmas que están decidiendo su ubicación. Por otra parte, el hecho de haber introducido el capital público de las regiones vecinas no hace cambiar los resultados que se obtienen del resto de factores manteniéndose la significación y la magnitud de todos ellos.

Asimismo, si bien la probabilidad de los contrastes de dependencia espacial disminuye cuando se introduce el efecto *spillover* de las infraestructuras, siguen siendo significativos, indicando que existen otro tipo de efectos externos entre las regiones. Siguiendo la estrategia proporcionada por la econometría espacial, se acaba estimando un modelo que introduce los efectos externos en el término de perturbación ofreciendo estimaciones eficientes mediante la técnica máximo verosímil correspondiente. De la estimación se desprende que el parámetro que recoge la intensidad de las interacciones presenta un valor significativo de 0.21. Es decir, los aumentos en el producto de las regiones vecinas a la región i están influyendo positivamente en el producto de la región i , si bien no es posible recoger dicho proceso de dependencia espacial de forma concreta en una variable.

- Finalmente, partiendo de la hipótesis de que no todos los sectores económicos se benefician por igual de incrementos en la dotación de infraestructuras, se han realizado estimaciones de la función de producción para los principales sectores económicos concluyendo que es válida la hipótesis de que es la industria la que mayores beneficios obtiene de los incrementos en la dotación infraestructural, tal como argumentan algunos trabajos teóricos. Centrándonos en el sector industrial y partiendo de la idea de que la evolución de un sector se encuentra influida por la evolución del resto de sectores de la economía, se ha propuesto una manera de contrastar la existencia de posibles externalidades intersectoriales. La contrastación se basa en el resultado del estadístico que analiza la correlación entre las distintas ecuaciones de un modelo SURE, donde cada ecuación corresponde a un sector distinto de la industria española. Dado que se rechaza la hipótesis nula de no correlación entre las ecuaciones concluimos que existen relaciones intersectoriales por lo que las introducimos explícitamente siguiendo las ideas de Caballero y Lyons (1992). Las conclusiones obtenidas son las siguientes:
 - De los 7 sectores que presentan valores significativos de las externalidades sectoriales internas a la región, 4 de ellos presentan valores positivos (Material y accesorios eléctricos, Papel e impresión, Productos del caucho y derivados del plástico y Madera, corcho y otras manufacturas) lo cual indica que las firmas dedicadas a estos sectores se benefician positivamente de lo que acontece en el resto de sectores de su propia región, por lo que esta externalidad, llamémosla *de localización*, hace que las firmas de dichos sectores tiendan a localizarse en aquellas regiones que tienen una estructura industrial importante, es decir, son sectores que se aprovechan de la presencia de economías de aglomeración. El valor medio de la externalidad en estos 4 sectores es de 0.33. Por el contrario, los sectores de Material y productos no metálicos, Productos metálicos y Material de transporte parecen verse perjudicados por el resto de sectores de la región a tenor del resultado negativo y significativo de tal externalidad.
 - Los efectos intersectoriales externos a la región no resultan significativos en la mayoría de los casos. Parece desprenderse, por tanto, que si bien las externalidades intersectoriales dentro de una misma región son altamente significativas y positivas

en media indicando la existencia de fuertes vínculos entre los distintos sectores, no ocurre así cuando las firmas dejan de estar próximas. Es decir, en cuanto aumentamos la distancia física, los vínculos entre los sectores dejan de ser importantes, tal como indica la falta de significación de las externalidades intersectoriales regional externas.

- Cabe remarcar que también se concluye que las externalidades dentro de un mismo sector pero entre regiones vecinas sí son importantes, presentando tanto signos positivos como negativos según el sector de que se trate.

Parece concluirse, por tanto, que existen peculiaridades sectoriales importantes, de forma que los resultados agregados no son más que un promedio de todas estas características sectoriales individuales.

En conclusión, la existencia de canales indirectos de relación entre las infraestructuras y el crecimiento del producto, la presencia de efectos *spillover* de las infraestructuras, la dependencia del nivel de desagregación sectorial considerado, así como la existencia de efectos externos interregionales e intersectoriales, son algunas de las argumentaciones que nos permiten avalar la frase de Hulten y Schwab (1992) en la que afirman que el vínculo entre infraestructuras y producto es demasiado complejo como para ser recogido en un marco teórico simple, como las funciones de producción, estando éstas sujetas a una gran fragilidad de los resultados.

INFRAESTRUCTURAS Y LA TEORÍA DE LA DUALIDAD: EFECTOS EN EL CORTO Y LARGO PLAZO

En la tercera parte de la tesis se han derivado teóricamente los efectos de las infraestructuras públicas sobre los costes y la producción en el corto y largo plazo, a través de la utilización del marco de la teoría de la dualidad. Los trabajos previos que estiman el efecto de las infraestructuras en los costes tan sólo consideran las respuestas en el corto plazo a través de ajustes en los factores de producción variables, considerando que el capital privado se encuentra en su nivel de equilibrio. Dando un paso más, en la presente tesis hemos derivado el marco teórico adecuado para analizar el efecto que las infraestructuras poseen sobre el capital

privado, lo que hemos llamado “efecto localización” que tiene lugar en el largo plazo. De esta manera, se ha permitido que la dotación de infraestructuras pueda interaccionar con el capital privado, que se ha supuesto que es un factor cuasi-fijo en el corto plazo. La idea es que las infraestructuras pueden alterar la actuación de una economía no sólo a través de sus efectos en los inputs variables en el corto plazo sino también a través de un efecto en el largo plazo por el cual hacen que pueda aumentar la cantidad de capital privado en una economía. De esta manera, en el corto plazo, las infraestructuras hacen variar la rentabilidad del proceso productivo en las firmas ya existentes gracias a la variación de costes por cambios en la utilización de los inputs de producción variables en el corto plazo, como el empleo y los consumos intermedios. Pero además se define un efecto en el largo plazo por el que esta diferente rentabilidad hace bien aumentar bien disminuir las inversiones en capital privado. Es lo que podría denominarse efecto localización de las infraestructuras, y debería sumarse al dado en el corto plazo. Asimismo, también se han calculado los efectos del capital privado de forma que se puede comparar la contribución de ambos tipos de capital.

En cuanto a la evidencia empírica, en esta tercera parte se ha estimado una función de costes translogarítmica para 12 sectores industriales en las regiones españolas en el período 1980-1991. Para ello nos hemos basado en los resultados de varios estadísticos que nos han permitido rechazar tanto la adecuación del lema de Shephard en el caso español como la existencia de equilibrio en el largo plazo para el capital privado. Los resultados de la aplicación de la aproximación dual nos ha permitido llegar a las siguientes conclusiones:

- La elasticidad del coste respecto al capital público, tanto en el corto como en el largo plazo, tiene un efecto medio positivo aunque de valor muy pequeño, indicando que, en términos generales, la industria española no se ha beneficiado de una reducción en costes como consecuencia de los incrementos en infraestructuras que se han observado en todas las regiones españolas durante los años ochenta. Tan sólo en la estimación en la que se incluye el capital público de las regiones vecinas se obtiene que algunas regiones y sectores han sido capaces de beneficiarse ligeramente de ellas, tales como Madrid, País Vasco, Aragón, Castilla-León, Navarra y la Rioja y los sectores de Maquinaria agrícola e industrial, Material y accesorios eléctricos, Material de transporte, Papel y derivados y Productos del

caucho y derivados del plástico, sumándose los de Minerales y productos no metálicos y Productos químicos en el largo plazo. A través de los gráficos que recogen la simulación de la elasticidad coste-capital público según los valores de los stocks de los dos tipos de capital y los parámetros obtenidos en la estimación de la función de costes, se concluye que este resultado negativo del efecto de las infraestructuras se debe a la presencia de un efecto umbral de las mismas, por el que sí existe un impacto relevante en la reducción de los costes cuando las dotaciones de capital público no son elevadas pero dicho efecto se desvanece e incluso da un giro total a partir de una cierta dotación infraestructural a la que habrían llegado la mayoría de las regiones españolas.

- Las infraestructuras son ahorradoras de trabajo y consumidoras de intermedios para todas las regiones y sectores en todo el período.
- El promedio de la elasticidad de los costes de producción respecto al stock de capital privado es positivo en el corto plazo, si bien oculta valores tanto positivos como negativos. Así, las regiones de Murcia, La Rioja y Extremadura, en este orden, presentan valores negativos de dicha elasticidad. No obstante, es en el largo plazo cuando resulta negativa en todas las CCAA. Desmenuzando tal efecto, se observa una relación de complementariedad entre el capital privado y el empleo y una relación de sustituibilidad con los consumos intermedios.
- Los aumentos en el stock de infraestructura pública han supuesto disminuciones en el stock de capital privado (el efecto localización del capital público), indicando la existencia de un efecto expulsión del factor público hacia el privado, si bien disminuye en valor a medida que aumenta la dotación infraestructural. Es decir, cuando existe poco capital público en un área, los aumentos en el mismo no expulsan tanto capital privado como cuando la dotación de capital público es mayor. Una explicación pudiera ser que el capital público y el privado pueden haber estado compitiendo por unos mismos recursos financieros para llevar a cabo proyectos de inversión, de forma que la inversión pública en infraestructuras puede haber supuesto un efecto de expulsión o *crowding-out* sobre los gastos en inversión

privada. Sin embargo, también puede pensarse en una explicación *ad-hoc* para esta relación negativa entre capital público y privado que vendría por el lado de que la economía española ha experimentado en algunos años caídas del stock de capital privado en algunos sectores y regiones, mientras que el capital público aumentaba, pudiendo dar lugar a esta relación negativa entre ambas variables.

- La elasticidad del output con respecto al capital público presenta un valor medio negativo pero casi nulo, acorde con las conclusiones obtenidas en trabajos como los de Holtz-Eakin (1994), García-Milà *et al.* (1996) y Kelejian y Robinson (1997) en los que concluyen que el capital público no supone incrementos del producto en la economía americana e incluso pueden suponer disminuciones en algunos casos.
- En el caso de las economías de escala, los rendimientos a escala de la industria española durante la década de los ochenta son crecientes con un valor de 1.13 en el corto plazo y 1.20 en el largo.
- Al incluir el capital público de las regiones vecinas parece concluirse que no únicamente resulta importante el capital público ubicado en la propia región sino que habría que tener en cuenta el de las regiones vecinas. Sin duda, ello es debido a la característica de tipo red de gran parte de las infraestructuras básicas, principalmente las de transportes.

Finalmente, se ha propuesto la traslación de los conceptos y técnicas de contrastación y estimación de la econometría espacial desde el marco geográfico al marco sectorial. De esta manera, mediante la generación explícita de matrices de interconexión sectorial, se ha podido contrastar la presencia de problemas de dependencia sectorial en las manufacturas españolas. Concretamente, se ha obtenido un signo negativo de la externalidad sectorial dentro de las regiones que estaría recogiendo, por ejemplo, las externalidades tecnológicas entre sectores, por las que aumentos del nivel de producto de los sectores con los que un sector mantiene más relaciones comerciales supone reducciones de costes en éste.

Un último punto a remarcar, de forma genérica, es la importancia de la variabilidad regional y sectorial en los resultados, principalmente estas últimas. En consecuencia, las conclusiones de los efectos de las infraestructuras basados en resultados agregados pueden ser un tanto erróneas. Estas diferencias en la respuesta sectorial sirven de base a la reestructuración sectorial abogada por algunos modelos teóricos sobre el impacto de los inputs de producción provistos públicamente.

En nuestra opinión y tras los resultados obtenidos en la presente tesis, parece haber poca evidencia a favor de un papel importante de las infraestructuras en el lanzamiento de la productividad agregada, pero existe consenso en que son un ingrediente necesario para el desarrollo económico en el largo plazo. El capital público es una condición necesaria para aprovechar el potencial de una región en el sentido de que no ejerce un efecto principal en el desarrollo pero es un requisito para el mismo. No parece deseable, desde un punto de vista político, que el proceso de disminución del déficit público, uno de los criterios de convergencia de Maastricht, suponga un corte radical en la política de infraestructuras. En consecuencia, los nuevos desarrollos en las políticas de la Unión Europea deberían renovar el interés por asegurar que la política de infraestructuras no frene el crecimiento económico de las zonas más retrasadas relativamente, es decir, se debería realizar un análisis detallado de las características de la zona. Esto es especialmente relevante para España, cuyo principal objetivo es la convergencia con los países más desarrollados de Europa. Sin embargo, somos conscientes que las políticas de actuación pública tomadas de forma aislada no aseguran la llegada de la actividad privada, especialmente la industrial, si no va acompañada de medidas que, entre otros, permitan mejorar el capital humano y el nivel tecnológico e incentivar la inversión privada en general.

FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Vistas las principales conclusiones del estudio llevado a cabo en la presente tesis, varias son las líneas en las que se considera conveniente continuar la tarea investigadora realizada.

En primer lugar, dado que la idea más defendida en la actualidad es la que considera que el efecto más importante de las infraestructuras vendría dado sobre las decisiones de

localización y el aumento de la diversidad, se cree conveniente dedicar más esfuerzos a estudiar y precisar los impactos microeconómicos que poseen las decisiones de inversión pública. En este sentido, cabe apuntar la necesidad de aplicar en el caso español modelos microeconómicos basados en las nuevas teorías de localización de la actividad.

También parece conveniente avanzar en la consideración de la medida más adecuada en la consideración del capital público. En concreto, resultaría interesante el uso de medidas que reflejen los servicios que proveen las infraestructuras físicas así como el ajuste de las mismas a su utilización.

Otro aspecto a considerar es hasta qué punto los ahorros en los costes justifican, en algunos casos, los elevados gastos en inversión pública que los mismos suponen. Es decir, se deberían comparar los beneficios marginales de las infraestructuras con los costes necesarios para obtener una unidad adicional de capital financiado públicamente.

En el campo de las externalidades, cabe ahondar en el análisis de los canales de difusión de la tecnología para llegar a desgranar los factores determinantes de los efectos externos entre regiones.

Finalmente, dentro de las técnicas de econometría espacial es necesario avanzar en dos cuestiones: por una parte, ahondar en los procedimientos de estimación más adecuados cuando se tratan datos de panel; y en segundo lugar, analizar los métodos de estimación que, manteniendo unas adecuadas propiedades de los estimadores, permitan manejar matrices de contactos con un elevado número de observaciones.