

Efectos de la política fiscal a la inversión en actividades de I+D de las empresas manufactureras españolas

Este trabajo especifica y estima un modelo econométrico que analiza los efectos de los incentivos fiscales a la inversión en I+D de una muestra de empresas manufactureras españolas innovadoras durante el periodo 1991-1999. Las estimaciones realizadas aportan evidencia de que los incentivos fiscales, tanto en la base imponible (libertad de amortización) como en la cuota (crédito fiscal), han sido un instrumento eficaz para estimular la demanda de inversión en I+D: se ha obtenido una elasticidad precio de la demanda de inversión en I+D próxima a la unidad. Aporta además evidencia de que las empresas analizadas responden en mayor medida a cambios en la tasa de amortización fiscal que ante modificaciones en el crédito fiscal a la inversión en I+D.

Lan honetan zerga-pizgarriek 1991-1999 aldian Espainiako manufakturako enpresa berritzaileen lagin baten I+Geko inbertsioan izan zituzten ondorioak aztertzen dituen eredu ekonometrikoa zehaztu eta balioztatzen da. Balioztapen horiek diotenez, zerga-pizgarriak, bai zerga-oinarrian (amortizazio-askatasuna) bai kuotan (zerga-kreditua), tresna eraginkorra izan dira I+Geko inbertsio-eskaria sustatzeko eta, hala, I+Geko inbertsio-eskariaren prezio-elastikotasuna batetik gertu kokatu da. Halaber ondoriozta daiteke aztertutako enpresek neurri handiagoan zerga-amortizazioko tasaren aldaketei erantzuten dietela, I+Geko inbertsiorako zerga-kredituaren aldaketei baino.

The present article specifies and estimates an econometric model which analyses the effects of the tax incentives to R&D investment from a sample of Spanish innovative manufacturing enterprises during the 1991-1999 period. The estimations carried out show that tax incentives, applied to the tax base (repayment freedom) or to the instalment (tax credit), have turned out to be a useful tool to encourage the demand for R&D investment: a price elasticity on R&D investment demand close to the unit. It also underlines that analysed enterprises are more vulnerable to changes in the tax repayment rate rather than to changes in the tax credit for R&D investment.

ÍNDICE

1. Introducción
 2. La política fiscal de incentivos a la I+D+i en España. El modelo teórico
 3. Datos y análisis descriptivo
 4. Especificación y estimación del modelo
 5. Resultados
 6. Conclusiones
- Referencias bibliográficas
Anexos

Palabras clave: Política fiscal, coste de uso del capital de I+D, inversión en actividades de I+D

N.º de clasificación JEL: H25, O31

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo estudia los efectos de los incentivos de carácter fiscal a la inversión en actividades de I+D de una muestra de empresas manufactureras españolas innovadoras durante el periodo 1991-1999.

Durante los últimos años, el estímulo de las actividades de I+D+i en las empresas mediante incentivos de carácter fiscal se ha convertido en uno de los instrumentos de política tecnológica tradicionalmente utilizados por los gobiernos de los países más industrializados. En general, los argumentos económicos que justifican tradicionalmente dicha intervención se han establecido para corregir los fallos de mercado relacionados con el carácter de bien público del resultado de la I+D+i, la presencia de efectos externos o *spillovers*, y la existencia de elevados costes e incertidumbre inherentes al proceso de innovación que

presuponen un nivel subóptimo de inversión por parte de las empresas en una economía de mercado¹.

A nivel internacional, los gobiernos utilizan como mecanismos centrales de estímulo de la inversión empresarial en I+D tanto ayudas públicas directas en la forma de subvenciones y compras públicas, que tienen un carácter más selectivo con el objetivo de incentivar la actividad en determinados sectores y ramas de la economía, como incentivos indirectos en la forma de deducciones fiscales que presentan un carácter más

* La autora agradece las valiosas aportaciones efectuadas por los evaluadores en el proceso de revisión del artículo.

¹ Como Arrow (1962) planteó, el resultado de la investigación y desarrollo (I+D) es fundamentalmente información y tiene por tanto muchas características de un bien público, esto es, un bien no rival y posiblemente no excluible, por lo que la utilización por un agente de la información no perjudica que otros agentes hagan igualmente uso de ella.

general al poder favorecer a todas las empresas que desarrollen la actividad².

La aplicación de incentivos fiscales que actúan mediante el Impuesto sobre el beneficio empresarial, permiten abaratar el coste de los proyectos de inversión, estimulando así, la actividad innovadora de las empresas. A pesar de que existe una abundante literatura empírica que se ha ocupado de analizar la eficacia y coste-eficacia de los incentivos fiscales a la I+D, la diversidad de resultados obtenidos ha conducido a una visión escéptica y poco concluyente. A modo de síntesis, entre las primeras investigaciones que observan un efecto poco significativo de los parámetros fiscales sobre la I+D empresarial cabe señalar los estudios de Eisner, Albert y Sullivan (1984), Mansfield (1986), Bernstein (1986) y Wozny (1989). Por su parte, autores como Hall (1993), Hines (1994), Baily y Lawrence (1992), Mamuneas y Nadiri (1996) y Dagenais, Mohnen y Therrien (1997) demuestran que son un instrumento eficaz, al obtener una elasticidad precio de la I+D estimada próxima a la unidad.

Una excelente revisión de esta literatura empírica puede encontrarse en Mohnen (1999) y Hall y Van Reenen (2000). Recientemente, una serie de estudios, entre los que cabe destacar Bloom, Griffith y Van Reenen (2002) para nueve países de la OCDE; Parisi y Sembenelli (2003) para Italia; Mairesse y Mulkay (2004) para Francia, y Czarnitzky, Hanel y Rosa (2005) para Canadá aportan datos favorables que parecen confirmar su eficacia para la economía en general.

Para el caso español, apenas existen estudios empíricos que aporten pruebas sobre el grado de eficacia de los incentivos fiscales a la I+D empresarial, y eso a pesar de que se dispone de uno de los mecanismos más generosos y antiguos para estimular dichas actividades³. Recientemente, Marra (2004) especifica y estima un modelo econométrico que consiste en una función de costes correspondiente a una tecnología Cobb-Douglas ampliada utilizando datos de panel de una muestra de empresas españolas altamente innovadoras durante el periodo 1991-1999. Los principales resultados de su trabajo muestran que los incentivos fiscales tienen un efecto positivo significativo para estimular la demanda de inversión en capital de I+D, observando que en general estos mecanismos contribuyen en mayor medida a estimular la demanda de capital de I+D en las grandes empresas que en las pymes.

Este estudio apoya esta línea de investigación, analizando en qué medida la política fiscal dirigida a reducir el coste de uso del capital de I+D incide sobre el nivel de inversión en actividades de I+D de un panel de empresas manufactureras españolas innovadoras durante el periodo 1991-1999. Para ello, siguiendo el estudio de Bloom, Griffith y Van Reenen (2002) se estima un modelo explicativo de inversión en I+D utilizando el Método Generalizado de los Momentos en dos etapas desarrollado por Arellano y Bond (1991). Como principal determinante de la inversión en I+D se incorpora la variable coste de uso del capital de I+D que se cuantifica utilizando la metodología de King-Fullerton (1984). Bajo esta

² Para una revisión de la literatura relativa a subvenciones y compras públicas pueden consultarse los trabajos de David, Hall y Toole (2000) y Klette, Moen y Griliches (2000). Véase para un estudio en detalle las medidas de incentivo de la I+D en la economía española, COTEC (2004).

³ Véanse Warda (2001) y (2002) para una reciente comparativa internacional que caracteriza a España entre los países industrializados más favorables al tratamiento fiscal de incentivos a la I+D+i empresarial. Asimismo, véase COTEC (2004) para un análisis en detalle de los incentivos fiscales a la I+D+i en España.

metodología, la aplicación de incentivos fiscales a la I+D, tanto en la base imponible (libertad de amortización) como en la cuota (deducciones fiscales), permiten reducir el coste de capital de la inversión en I+D, determinando la efectividad de su aplicación.

El trabajo se estructura de la forma siguiente. En el epígrafe 2 se resume el régimen fiscal de incentivos a la I+D+i aplicado por las empresas en el territorio español y se plantea el modelo teórico utilizado para cuantificar el coste de uso del capital de I+D. En el epígrafe 3 se describe la base de datos y se presenta un análisis descriptivo de las variables utilizadas para la estimación del modelo. En el epígrafe 4 se presenta la especificación del modelo y la técnica econométrica de estimación. En el epígrafe 5 se comentan los resultados de la estimación y se demuestra el impacto de los incentivos fiscales a la I+D empresarial. Por último, el trabajo concluye con un epígrafe de conclusiones.

2. LA POLÍTICA FISCAL DE INCENTIVOS A LA I+D+i EN ESPAÑA. EL MODELO TEÓRICO

Para cuantificar la variable central del trabajo, esto es, el coste de uso del capital de I+D, primero revisamos el régimen fiscal de incentivos a la I+D+i que tienen las empresas, tanto en la base imponible como en la cuota, para posteriormente plantear el modelo teórico que se utilizará para la modelización y estimación de la ecuación de inversión en I+D.

2.1. La aplicación de incentivos fiscales a la I+D+i en España

En los últimos años, la Administración Pública en España ha venido incorporando

ventajas y perfeccionando la legislación fiscal que incentiva a las empresas a realizar gastos considerados de Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica (I+D+i).

El régimen de incentivos fiscales a las actividades de I+D+i que se aplican actualmente en España se encuentra desarrollado en su práctica totalidad en la Ley del Impuesto sobre Sociedades, Ley 43/1995, de 27 de diciembre, y en normas posteriores que la han modificado⁴. Recientemente, el artículo 35 del Real Decreto Ley 4/2004, 5 de marzo, aprueba el texto refundido de la Ley del Impuesto de Sociedades sobre deducciones por actividades de I+D+i, con efectos para los ejercicios que se inicien a partir del 1 de enero de 2005.

A modo de resumen, el tratamiento de este incentivo en el régimen fiscal español ha sufrido importantes modificaciones desde su implantación en 1979. Con la Ley 61/1978 de 27 de diciembre del Impuesto de Sociedades se incorpora, por vez primera, una deducción en la cuota de un 10% por inversiones destinadas a llevar a cabo programas de investigación y desarrollo de nuevos productos o procedimientos industriales y del 15% en el caso de mantenimiento de empleo. Posteriormente, el Real Decreto-Ley 8/1983 de Reversión y Reindustrialización, convalidado por la Ley 27/1984, de 26 de julio, introduce una diferenciación entre gastos en intangibles y activos fijos, con la posibilidad de deducción en la cuota íntegra del 15% de los gastos en intangibles y del 30% del importe de los activos fijos afectos a los procesos de I+D⁵. Además, dicha norma incorpora

⁴ Hay que exceptuar a las Comunidades de Navarra y País Vasco que tienen un tratamiento más favorable por estar sujetas a la Ley Foral.

⁵ El art. 35 de la Ley 27/1984 incorpora dicha deducción con independencia de la establecida en el régimen general del Impuesto de Sociedades. Esta du

la posibilidad de libertad de amortización durante cinco años para las inversiones en maquinaria y bienes de equipo destinados a actividades de I+D, así como para inversiones en intangibles unidas a los programas y proyectos realizados, y durante siete años para los edificios destinados a tales actividades.

Esta situación se mantendrá hasta la entrada en vigor de la Ley 31/1991, de 30 de diciembre, de Presupuestos Generales del Estado para 1992, donde se acomete una reforma sustancial en el tratamiento de estos incentivos fiscales⁶. El Real Decreto 1662/1992, de 29 de diciembre, que desarrolla la redacción de esta Ley, introdujo la posibilidad de deducción de los gastos en I+D que en dicho periodo impositivo sean superiores al valor medio de los realizados en los dos años anteriores, en cuyo caso la deducción por gastos en intangibles sería del 15% hasta el valor medio y del 30% sobre el exceso respecto al valor medio, mientras que para activos fijos la deducción pasaría a ser del 30% hasta el valor medio y del 45% sobre el exceso.

En líneas generales, las Leyes de Presupuestos Generales del Estado para los años 1993, 1994 y 1995 ratificaron el tratamiento fiscal de esta deducción en los términos establecidos por la Ley 31/1991.

plicidad se mantuvo hasta la entrada en vigor de la Ley 37/1988, de 28 de diciembre, de Presupuestos Generales del Estado para 1989, la cual modifica el contenido de la Ley de Impuesto de Sociedades (LIS) integrando dicha Ley con la Ley 27/1984 y conservando el enunciado de esta última.

⁶ Con anterioridad a esta norma, la Ley no precisaba el alcance y significado de los conceptos de investigación y desarrollo. A partir de la Ley 31/1991 se establece, por primera vez, los conceptos de investigación y desarrollo, así como las actividades que quedan excluidas en dicha definición y los gastos que se incluyen en dichas actividades, al tiempo que otorga un tratamiento detallado de la deducción por inversión en I+D. Véase, para mayor detalle, Gago Rodríguez (1992).

Posteriormente, con la entrada en vigor de la Ley 43/1995, de 27 de diciembre, del Impuesto de Sociedades, se diseñan una serie de medidas fiscales que modifican las condiciones sobre supuestos y cuantías de desgravación. Entre otras, se elimina la discriminación entre activos fijos y gastos en intangibles y se permite aplicar una deducción más generosa para la I+D⁷.

En la actualidad, los incentivos fiscales a inversión en I+D+i que se aplican en España se encuentran desarrollados en su práctica totalidad en la Ley 43/1995 del Impuesto sobre Sociedades y en algunas normas posteriores que la han modificado. En concreto, la Ley 55/1999 de 29 de diciembre de medidas fiscales, administrativas y de orden social, asociada al Anteproyecto de Ley de Presupuestos Generales del Estado para el año 2000 propició un cambio normativo importante en el tratamiento fiscal por inversión en actividades de I+D y de Innovación Tecnológica (I+D+i)⁸. Las principales modificaciones incorporadas frente a la Ley 43/1995 se refieren a los porcentajes de deducción en la cuota íntegra que se elevan del 20% al 30% y del 40% al 50% aplicable al exceso de gastos respecto a la media de los dos años anteriores. Además, también se incorporan deducciones sobre otros gastos como los de personal adscrito a actividades de I+D (10%), gastos en proyectos de I+D contratados con universidades, orga-

⁷ El cuadro n.º 1.1 del Apéndice resume la información relevante sobre el régimen fiscal de incentivos a la I+D aplicable a las empresas sujetas a la legislación estatal en la LIS hasta finales de la década de los noventa.

⁸ Las modificaciones introducidas cambian incluso la denominación tradicional de la deducción que pasa de ser deducción por la realización de actividades de investigación y desarrollo (I+D) a denominarse deducción por actividades de investigación científica y de innovación tecnológica (I+D+i).

nismos públicos de investigación o bien centros de innovación tecnológica⁹.

A partir de esta Ley se han seguido introduciendo modificaciones que han mejorado la generosidad fiscal del sistema de incentivos, aunque también han supuesto un mayor grado de complejidad en su aplicación por parte de las empresas españolas¹⁰. Recientemente, el Real Decreto 4/2004, de 5 de marzo, que desarrolla el Real Decreto 1432/2003, de 21 de marzo, aprueba el texto refundido de la Ley del Impuesto de Sociedades sobre deducciones por actividades de I+D+i. Entre otras, este texto incorpora como novedades destacadas el incremento del 10% al 20% de las deducciones adicionales para personal adscrito en exclusiva a I+D y proyectos contratados con universidades, centros de innovación tecnológica (CIT) u organismos de investigación; incremento del límite de la deducción del 45% al 50% de la cuota íntegra minorada cuando la deducción por I+D+i y las tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC) supere el 10% de la cuota íntegra minorada; y seguridad jurídica mediante los informes motivados emitidos por el Ministerio de Industria (R.D. 1554/2004, de 25 de junio).

⁹ El art. 33 de la LIS amplía la definición de las actividades sujetas a deducción, definiendo de forma más extensa el concepto de desarrollo e introduciendo, por vez primera, el concepto de innovación tecnológica, a la vez que permite la aplicación de deducción fiscal sobre los siguientes gastos: a) proyectos de investigación que se encarguen a universidades, organismos públicos de investigación y centros de innovación y tecnología (15%); b) diseño industrial e ingeniería de procesos de producción (10%); c) adquisición de tecnología avanzada en forma de patentes, licencias, *know-how* y diseños (10%); d) obtención de certificado de cumplimiento de las normas de aseguramiento de la calidad de la serie ISO 9000 o similares (10%).

¹⁰ Véase para un mayor detalle COTEC (2004).

2.2. Marco teórico. El coste de uso del capital de I+D

Para evaluar el impacto de los incentivos fiscales a la I+D empresarial se utiliza el concepto de coste de uso del capital desarrollado en los trabajos pioneros de Hall y Jorgenson (1967) y King y Fullerton (1984)¹¹. Mediante este método, el coste de capital es definido como el rendimiento real antes de impuestos, neto de depreciación, que una empresa debe obtener de un proyecto de inversión marginal para garantizar al prestador de los fondos una remuneración equivalente a la que podría percibir si prestara sus recursos al tipo de interés real de mercado.

Para determinar la expresión del coste de capital, supongamos que P mide el rendimiento marginal bruto de un proyecto de inversión en I+D, por lo que el valor actual de la corriente de beneficios después de impuestos es:

$$V = \int_0^{\infty} (1-u) P e^{-(d+\delta-\pi)s} ds = \frac{(1-u)P}{(d+\delta-\pi)} \quad (1)$$

donde u es el tipo de gravamen del Impuesto sobre Sociedades, d es el tipo nominal de descuento, δ es la tasa de depreciación económica del activo y π es la tasa de inflación.

Por otra parte, el valor actual del coste del proyecto se obtiene restando del coste inicial, que suponemos es de una unidad monetaria, el valor actual de los ahorros fiscales que la empresa puede aplicar legalmente correspondiente a amortizaciones ($u\lambda$) y a deducciones en cuota ($v\xi$), esto es:

$$C = 1 - u\lambda - v\xi \quad (2)$$

¹¹ A raíz de esta aproximación metodológica aparecen numerosas aplicaciones como las realizadas por OCDE (1991), Devereux y Pearson (1995), Chennells y Griffith (1997), Bloom *et al.* (1997) y Bloom, Griffith y Van Reenen (2002).

A partir de las expresiones (1) y (2), si se igualan los flujos de ingresos al coste neto del proyecto se obtiene la expresión del coste de capital de I+D privado con depreciación económica añadida:

$$P = (\underbrace{d + \delta - \pi}_{\text{(factor descuento)}}) \frac{(1 - u\lambda - \xi v)}{(1 - u)} \quad (3)$$

(factor impositivo)

La expresión (3) constituye la ecuación básica para analizar los efectos de los incentivos fiscales a la I+D empresarial. Tanto una mejora de las dotaciones de amortización como del crédito fiscal contribuyen a un mayor ahorro en el componente fiscal de la expresión (3), lo que permite reducir el coste de capital y estimular un mayor esfuerzo inversor. A continuación, para cuantificar esta variable se analizan por separado los dos componentes que la integran, esto es, el factor de descuento y el factor impositivo.

El factor de descuento

El factor de descuento está formado, a su vez, por tres elementos: el tipo nominal de descuento (d), la tasa de depreciación económica (δ) y la tasa de inflación (π). El tipo de descuento dependerá de la forma en que la empresa financie su inversión marginal. En general, las tres fuentes principales de financiación son la deuda, la ampliación de capital y los beneficios no distribuidos. Siguiendo a Bloom, Griffith y Van Reenen (2002), esta investigación supone que la empresa acude a la deuda como única fuente de financiación. En este caso, debido a que los pagos nominales de intereses son deducibles en el Impuesto de Sociedades, el tipo de descuento se obtendrá como $d = r(1-u)$, siendo r el coste medio de la deuda que la

empresa obtiene para su financiación a lo largo del año¹².

Respecto a la tasa de depreciación económica, siguiendo a Beneito (1997) y (2001), y Bloom, Griffith y Van Reenen (2002) se utilizan dos tasas diferentes del 15% y 30%, respectivamente, al no existir estimaciones disponibles de este parámetro para los activos de I+D referidas a la economía española¹³. Por último, los datos relativos a la tasa de inflación proceden del Informe anual del Banco de España para el periodo 1991-1999.

El factor impositivo

Para cuantificar el componente fiscal en la expresión (3) se ha utilizado la legislación española en vigor durante el periodo 1991-1999. Respecto al computo en la base imponible, la normativa fiscal permite que la empresa realice una amortización acelerada de la totalidad de la inversión efectuada, por lo que el valor actual del ahorro fiscal por amortización ($u\lambda$) coincidirá con el tipo de gravamen del Impuesto sobre Socieda-

¹² En el trabajo, el coste de la deuda se obtiene a partir de la información que suministra la Encuesta sobre Estrategias Empresariales (ESEE) sobre el coste medio de la financiación contraída con entidades de crédito a lo largo del año. Para las empresas analizadas se observa que el coste medio de la deuda disminuye durante el periodo analizado, pasando del valor medio de 14.27% en 1991 a 4.69% en 1999, reflejo de la caída del tipo de interés interbancario.

¹³ Los primeros estudios en esta línea realizados para la economía norteamericana consideran una tasa de depreciación del 25% según el trabajo de Pakes y Schankerman (1984). Posteriormente, una serie de estudios, entre los que cabe destacar Bernstein y Nadiri (1990), Nadiri y Prucha (1997) y Mamuneas y Nadiri (1996) estiman una tasa de depreciación comprendida entre el 10% y 15%. Recientemente, Bloom et al. (1997) y Bloom, Griffith y Van Reenen (2002) consideran una tasa del 30% para el gasto corriente de I+D, 3,61% para edificios y del 12,64% para planta y maquinaria afecta a actividades de I+D.

Cuadro n.º 1

Deducción en cuota por actividades de I+D* (en %)

1991-1999

Modalidad	1991	1992-1995	1996-1999
I+D	15/30	15/30 30/45	20/40

* Para 1991, el 15% se aplica a los gastos en intangibles y el 30% a los gastos en activos fijos. A partir de 1992 y hasta 1995, para los excesos de inversión rigen los tipos del 30% y del 45%, respectivamente para gastos en intangibles y activos fijos. Desde 1996 hasta 1999, el 20% se aplica a los gastos en I+D del ejercicio y el 40% para los excesos de gastos, eliminándose la distinción entre activos fijos e intangibles.

Fuente: Elaboración propia.

des¹⁴. En cuanto a la deducción fiscal en la cuota ($v\xi$), la base de deducción (v) está constituida por el gasto en I+D efectuado por la empresa durante el ejercicio impositivo para 1991 y minorada en el 65% de las subvenciones recibidas por la empresa para el periodo 1992-1999. Por su parte, los porcentajes de deducción (ξ) han variado a lo largo del periodo analizado dependiendo del tipo de gasto (gasto en intangibles y activos fijos) y según sea el valor de los gastos del periodo impositivo en comparación con el valor medio de los efectuados en los dos ejercicios anteriores.

El cuadro n.º 1 muestra los porcentajes de deducción en la cuota vigentes desde 1991 hasta 1999.

Para calcular la proporción de activos fijos e intangibles se han utilizado las estadísticas oficiales públicas por el INE relativas a gastos internos en I+D por años y

clase de gastos para el sector empresas durante la década de los noventa. De acuerdo con esta información, este trabajo considera que el 85% de los gastos en I+D que vienen recogidos en la base de datos de la ESEE son gastos en intangibles, mientras que el 15% restante son gastos en activos fijos¹⁵. Por último, siguiendo a Bloom *et al.* (1997) y Bloom, Griffith y Van Reenen (2002) se han contemplado las siguientes hipótesis que caracterizan a una empresa tipo: en primer lugar, la empresa obtiene beneficios en cada periodo; en segundo lugar, el importe de dichos beneficios es tal que permite la aplicación de la

¹⁵ Las proporciones utilizadas son similares a las obtenidas por la OCDE (1991) en el informe «*Taxing Profits in a Global Economy: Domestic and International Issues*», que considera el 90% gastos corrientes y el 10% restante gastos en activos fijos, esto es, 3,6% en edificios y otras construcciones y 6,4% en maquinaria y equipos. Estas ponderaciones también son utilizadas por Bloom, Griffith y Van Reenen (2002) para calcular el coste de capital de I+D de nueve países de la OCDE durante el periodo 1979-1997. Por otra parte, Warda (1996) analiza la eficacia de los incentivos fiscales a la I+D para los países de la OCDE, asumiendo las siguientes proporciones: 60% trabajo, 30% otros costes corrientes, 5% maquinaria y 5% edificios.

¹⁴ En la medida en que se reduce el período de amortización aumenta λ y, en consecuencia, también el valor actual del ahorro fiscal. Véase para un mayor desarrollo Domínguez y López (1996), (1997) y (1998).

totalidad de la deducción en cuota en ese ejercicio t ; y finalmente, el coeficiente límite de deducción no llega a actuar, por lo que la cuantía de deducción no está condicionada por este segundo límite.

El anexo n.º 2 recoge un resumen de la información y supuestos más relevantes utilizados para cuantificar el coste de capital de I+D de las empresas manufactureras analizadas durante el periodo 1991-1999.

3. DATOS Y ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Los datos utilizados en este trabajo provienen de la *Encuesta sobre Estrategias Empresariales* (ESEE) que realiza la Fundación Empresa Pública durante el periodo 1991-1999. La población de referencia son las empresas con diez o más trabajadores de la industria manufacturera española, cuyo ámbito geográfico es el conjunto del territorio nacional y las variables analizadas tienen dimensión temporal anual.

La muestra utilizada en este trabajo consiste en un panel incompleto formado por empresas manufactureras españolas que realizan inversión en actividades de I+D en algún momento del periodo 1991-1999¹⁶. Este criterio de selección responde a que una empresa puede aplicar la deducción fiscal si previamente efectúa gasto de inversión en I+D, de ahí que el estudio se circunscribe a aquellas empresas que al menos en algún año realizan inversión en I+D.

¹⁶ La ESEE provee información sobre actividades de I+D que pueden ser realizadas dentro de la propia empresa, o bien contratadas en laboratorios externos a las empresas o en centros de investigación. Estas actividades de I+D que las empresas llevan a cabo de forma simultánea se las denomina actividades de I+D internas y externas.

Como puede verse en el anexo n.º 3, existen importantes diferencias por tamaño en la proporción de empresas que realizan actividades de I+D durante el periodo 1991-1999. En concreto, se observa que las grandes empresas (>200 trabajadores) representan el mayor porcentaje de empresas innovadoras, no superando las empresas de 200 o menos trabajadores el porcentaje del 44%. Este resultado sugiere que el tamaño de la empresa es positivo y significativo como determinante de la decisión de las empresas de llevar a cabo inversión en actividades de I+D. Por otra parte, se observa una importante variabilidad a lo largo del tiempo en el porcentaje de empresas que realizan actividades de I+D en cada tramo de tamaño, de manera que el porcentaje de empresas grandes (>200) que gasta en I+D disminuye año tras año hasta llegar al 56,36% (en 1991 era el 67,48%), y por el contrario el porcentaje de empresas pequeñas crece hasta el 43,64% (en 1991 era el 32,52%)¹⁷.

Respecto al porcentaje de empresas que reciben subvenciones públicas, sólo un reducido número de empresas se ha beneficiado del apoyo público directo en la forma de subvenciones. En concreto, se observa que son las empresas de mayor tamaño (>200 trabajadores) las que acaparan el mayor porcentaje de subvenciones públicas recibidas, no superando para las pymes (≤ 200 trabajadores) el porcentaje del 9%¹⁸. Además, el anexo n.º 4 muestra la

¹⁷ Este hecho es debido a que en función de la conjuntura económica la empresa decide o no hacer I+D, así como a que las empresas que se encuentran próximas a la delimitación de un tramo de tamaño oscilan entre dos grupos de tamaño.

¹⁸ Además, también se observa una variabilidad a lo largo del tiempo en el porcentaje de empresas que reciben subvención en cada tramo de tamaño; su explicación es la misma que para el caso del gasto en I+D.

distribución de las empresas por sectores de actividad durante el periodo 1991-1999. Como puede observarse, los sectores productos químicos (3), material y accesorios eléctricos (7), vehículos automóviles y motores (8) recogen las ramas de actividad donde la proporción de empresas que realizan actividades de I+D es mayor, con un porcentaje de empresas innovadoras superior a la media.

El cuadro n.º 2 resume las variables centrales del estudio, esto es, esfuerzo innovador medido como la proporción de gasto en I+D sobre *output*, y ratio medio de subvenciones/gasto total en I+D durante el periodo 1991-1999¹⁹.

¹⁹ En el trabajo la variable subvenciones se utiliza para el cálculo de las deducciones fiscales en la cuota por inversión en I+D de acuerdo con la legislación vigente en década de los noventa.

A su vez, a partir de los datos disponibles en esta base de datos se construye la variable coste de uso del capital de I+D, tal y como se ha definido en la expresión (3). El cuadro n.º 3 muestra los estadísticos descriptivos (media y desviación estándar) de esta variable para una tasa de depreciación del 15% y del 30%, respectivamente, y de los factores que se utilizan en su cuantificación durante el periodo 1991-1999.

Como puede apreciarse en dicho cuadro, la evolución en el coste de uso del capital de I+D ha sido decreciente, cayendo desde un 13,33% en 1991 a un 11,67% ($\delta = 15\%$) y de un 24,35% en 1991 a un 21,43% en 1999 ($\delta = 30\%$). No obstante, esta evolución media muestra comportamientos diferentes a lo largo de la década. Cabe señalar que en los años 1992 y 1996, coincidiendo con la incorporación de mejo-

Cuadro n.º 2
Medias de variables relevantes*
1991-1999

Año	Esfuerzo en I+D (% gasto sobre ventas)		Ratio medio subvención/gasto total I+D (en %)	
1991	2,03	(3,53)	6,12	(17,14)
1992	1,98	(3,35)	5,48	(13,56)
1993	2,19	(4,27)	4,63	(11,38)
1994	2,01	(3,23)	5,74	(13,91)
1995	1,92	(3,40)	4,98	(12,57)
1996	1,91	(3,20)	5,05	(12,37)
1997	1,90	(2,80)	5,02	(12,55)
1998	1,85	(2,81)	5,52	(13,33)
1999	2,06	(3,52)	4,73	(12,07)

* Desviación estándar entre paréntesis.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE.

Cuadro n.º 3

Descriptivos componentes del coste de uso del capital de I+D*

1991-1999

Año	Coste de capital de I+D (P) ($\delta=15\%$)	Coste de capital de I+D (PP) ($\delta=30\%$)	Crédito fiscal a la I+D ($v\xi$)	Amortización fiscal permitida ($\mu\lambda$)	Coste de la deuda (en %)
1991	0,1333 (0.0103)	0,2435 (0.0103)	0,1725	0,35	14,27
1992	0,1189 (0.0191)	0,2165 (0.0330)	0,2296 (0.0583)	0,35	14,46
1993	0,1269 (0.0160)	0,2325 (0.0263)	0,1930 (0.0465)	0,35	12,05
1994	0,1185 (0.0161)	0,2251 (0.0273)	0,1902 (0.0480)	0,35	10,23
1995	0,1155 (0.0152)	0,2205 (0.0267)	0,1975 (0.0489)	0,35	9,89
1996	0,1085 (0.0170)	0,2072 (0.0310)	0,2251 (0.0574)	0,35	7,96
1997	0,1131 (0.0169)	0,2128 (0.0309)	0,2218 (0.0567)	0,30 / 0,35	6,12
1998	0,1196 (0.0191)	0,2186 (0.0343)	0,2262 (0.0600)	0,30 / 0,35	4,87
1999	0,1167 (0.0181)	0,2143 (0.0324)	0,2310 (0.0573)	0,30 / 0,35	4,69

* Desviación estándar entre paréntesis.

Fuente: Elaboración propia.

ras en el tratamiento fiscal de la I+D, se producen las mayores disminuciones en el coste del capital de todo el periodo.

De acuerdo con la expresión (3), la evolución observada para esta variable viene condicionada por el comportamiento de los componentes que lo integran. En primer lugar, se detecta que el ahorro fiscal por crédito a la I+D aumenta durante la década de los noventa y, en particular, en los años 1992 y 1996. Este crecimiento es el resultado, al menos en parte, del tratamiento fiscal en cuota cada vez más favorable vigente en la legislación española durante la década de los noventa. En concreto, se observa que a raíz de la entrada en vigor de la Ley 31/1991 de Presupuestos Generales del Estado para 1992 la deducción fiscal en cuota pasa de 17,25% en 1991 a 22,92%

en 1992, aumentando en un año 5,67 puntos porcentuales. Sin embargo, para los años 1993 y 1994 se observa una reducción en el ahorro fiscal en cuota que puede ser atribuible, al menos en parte, al proceso de desaceleración económica experimentado por la economía española durante los primeros años de la década analizada, alcanzando su mínimo en 1994. En la segunda mitad de la década, las modificaciones incorporadas en la Ley 43/1995 favorecieron un mayor ahorro fiscal en cuota, pasando de 22,51% en 1996 a 23.10% en 1999.

En segundo lugar, para el año 1997 la normativa fiscal incorpora la posibilidad de tributación a un tipo impositivo reducido del 30% en las empresas de reducida dimensión, lo que supone una disminución de los ahorros fiscales por amortización para es-

Cuadro n.º 4

Estadísticos descriptivos de las variables del modelo de inversión

1991-1999

Variable	Media	Desv. Estándar	Mínimo	Máximo	Observaciones
$(rp)_t$	10,2929	2,1613	0,0487	17,4974	5.819
$(p)_t$	-2,1377	0,1572	-3,0212	-1,4323	5.819
$(pp)_t$	-1,5167	0,1439	-2,2126	-1,0528	5.819
$(y)_t$	15,1335	1,7337	9,8065	20,5830	5.819

$(rp)_t$ es el logaritmo del gasto privado real en I+D.

$(p)_t$ es el logaritmo del coste de uso del capital de I+D ($\delta=15\%$).

$(pp)_t$ es el logaritmo del coste de uso del capital de I+D ($\delta=30\%$).

$(y)_t$ es el logaritmo del *output* real.

tas empresas, frente al tipo impositivo general del 35% aplicable a las restantes empresas a lo largo del periodo analizado. Por último, se observa que el coste medio de la deuda ha disminuido durante el periodo 1991-1999, pasando del 14,3% en 1991 a un 4,7 % en 1999, reflejo de la reducción en el tipo de interés interbancario.

A partir de las variables señaladas anteriormente, en el cuadro n.º 4 se presentan los estadísticos descriptivos muestrales de las variables que se utilizarán en la estimación del modelo de inversión en I+D planteados de forma detallada en el siguiente epígrafe.

4. ESPECIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DEL MODELO

En esta sección presentamos una especificación sencilla de la ecuación de inversión en I+D que nos permita contrastar los efectos de los incentivos fiscales a la I+D

empresarial. El modelo básico a estimar si-gue la propuesta de Bloom, Griffith y Van Reenen (2002), esto es:

$$(RP)_{i,t} = f(P_{i,t}, Z_{i,t}) \quad (4)$$

donde el subíndice i hace referencia a empresa y t al tiempo. La variable RP denota los gastos en I+D de la empresa, P es el coste de uso del capital definido en (3) y Z recoge un vector de otras variables relevantes que afectan a la inversión en I+D. Para esta formulación, el coeficiente estimado negativo de la variable P mide la respuesta del gasto en I+D ante cambios en el coste de uso del capital después de impuestos. Como señalamos anteriormente, la aplicación de incentivos fiscales permite reducir el coste de uso del capital de I+D, estimulando así la realización de gasto de inversión en actividades de I+D por parte de las empresas.

Como es estándar en esta literatura empírica, para obtener la forma funcional de la ecuación de inversión a estimar se han in-

corporado las ventas reales como una variable explicativa y de control del volumen de gasto privado en I+D. Además, si suponemos que los gastos en I+D de periodos anteriores pueden influir en el nivel actual de gasto en I+D, también se introduce en la especificación la variable dependiente desfasada, lo que comportará la utilización de modelos de datos de panel dinámicos²⁰.

De acuerdo con esta formulación, este trabajo estima distintas especificaciones de una ecuación de inversión en I+D que presenta la siguiente forma funcional general expresada en logaritmos:

$$(rp)_{i,t} = \beta_t + \beta_1 (rp)_{i,t-1} - \beta_2 (p)_{i,t} + \beta_3 (y)_{i,t} + \beta_i + \theta_{it} + e_{i,t} \quad (5)$$

donde las variables $(rp)_{i,t}$, $(p)_{i,t}$, $(y)_{i,t}$ son los logaritmos naturales del gasto privado real en I+D, del coste de uso del capital de I+D y del nivel de output real de la empresa i en el periodo t , respectivamente, y $e_{i,t}$ recoge el término de error²¹.

Para esta especificación se incorporan efectos específicos de empresa β_i que miden la heterogeneidad inobservable y *dummies* temporales β_t que tratan de controlar los efectos de la evolución del entorno económico. Además, para tratar de captar los efectos que puede tener la pertenencia de una empresa a un determinado sector de actividad, las distintas especificaciones del

modelo de inversión se estiman incluyendo *dummies* sectoriales, θ_{it} ²².

Como señalamos anteriormente, en la estimación del modelo utilizamos un panel incompleto de empresas manufactureras españolas que realizan gasto de inversión en actividades de I+D en algún momento del periodo 1991-1999. En todos los casos estimamos el panel de datos dinámicos en primeras diferencias para eliminar los efectos individuales, debido a que su posible correlación con las variables explicativas generaría estimaciones inconsistentes. Además, dado que todos los regresores no son estrictamente exógenos, la estimación MCO de la ecuación (5) sería inconsistente. Así, como señalan Bloom, Griffith y Van Reenen (2002) se considera que la variable $(p)_{i,t}$ es una variable predeterminada, al suponer que *stocks* pasados en $e_{i,t}$ y $(rp)_{i,t}$ determinan en alguna medida los valores actuales de la variable $(p)_{i,t}$ ²³. Por tanto, las estimaciones se llevan a cabo mediante el Método Generalizado de los Momentos (MGM), utilizando el planteamiento desarrollado por Arellano y Bond (1991), que es un procedimiento más eficiente a la aproximación de variables instrumentales de Anderson y Hsiao (1981).

Bajo el supuesto de que el residuo de la ecuación en niveles es ruido blanco, al estimar en primeras diferencias deberíamos obtener una estructura MA(1) en el término de error. En consecuencia, los instrumentos válidos utilizados para cada especificación han sido las variable endógenas debidamente retardadas en t-2, t-3, t-4, t-5, t-6 (véase Arellano y Bond, 1991). Para que

²⁰ Véase para un mayor desarrollo el trabajo de Bloom, Griffith y Van Reenen (2002).

²¹ Todas las variables han sido deflactadas. Como índice de precios se ha calculado un deflactor individualizado para cada empresa a partir de la información que las empresas proporcionan sobre la variación de los precios de venta de sus productos con base en 1990.

²² El criterio de agregación sectorial que se utiliza es el que establece la ESEE en 18 grupos según la clasifi-

cación sectorial NACE CLIO R44 modificada y sus equivalencias por sector de actividad de la CNAE-74.

²³ Cabe señalar que el mayor p-valor que aparece en el test de Sargan al no considerar la variable $(p)_{i,t}$ como exógena en sentido estricto, evidencia que esta variable está mejor modelada como predeterminada.

estos instrumentos sean válidos es necesario que se cumpla la hipótesis de que el término de error sea ruido blanco, por lo que los residuos no presentarán correlación serial de segundo orden en la ecuación estimada en primeras diferencias. El contraste estadístico M2, que figura en el cuadro de resultados, permite contrastar esta hipótesis y se distribuye asintóticamente como una normal estandarizada $N(0, 1)$ bajo la hipótesis nula de no correlación serial. También aparece el test de Sargan que permite contrastar la validez de las restricciones de sobreidentificación y se distribuye asintóticamente como una $\chi^2(k)$ con k grados de libertad. Además de los contrastes de especificación señalados, también se presentan tres contrastes de Wald; el primero (W1) es un contraste de significación conjunta de los coeficientes de todas las variables incluidas en el modelo; el segundo (W2) es un contraste de significación conjunta de las *dummies* sectoriales; y el tercero (W3) es un contraste de significación conjunta de las *dummies* temporales.

5. RESULTADOS

En el cuadro n.º 5 se presentan los resultados de la estimación del modelo bajo distintas especificaciones de la ecuación de inversión en I+D.

Las regresiones que se presentan en el Modelo I y II permiten analizar el impacto de los incentivos fiscales a la I+D empresarial considerando para cuantificar el coste de capital una tasa de depreciación del 15% y del 30%, respectivamente. Todas las columnas recogen estimaciones incorporando *dummies* sectoriales y las regresiones de las dos últimas columnas también incluyen *dummies* temporales. En todos los casos las regresiones que aparecen son estima-

ciones de segunda etapa, una vez que se han ponderado por la matriz de varianzas y covarianzas de los residuos estimados.

En cuanto a los resultados del cuadro n.º 5, se observa que en todas las estimaciones siempre se cumple el contraste de restricciones de sobreidentificación al 5% de significatividad, lo que indica ausencia de correlación entre los instrumentos y el término de error. Además, el contraste estadístico M2, asintóticamente distribuido como $N(0, 1)$ bajo la hipótesis nula de ausencia de correlación serial, indica que los residuos no presentan correlación serial de segundo orden en las ecuaciones estimadas en primeras diferencias. Finalmente, para los tres contrastes de Wald que figuran en el cuadro n.º 5 se observa que los test de significatividad conjunta de los coeficiente de todas las variables incluidas en el modelo (W1), de significatividad conjunta de las *dummies* sectoriales (W2) y de significatividad conjunta de las *dummies* temporales (W3) corroboran el modelo planteado, por lo que las estimaciones realizadas incorporando tanto *dummies* sectoriales como *dummies* temporales, como regresores, parecen los más indicados para la especificación de la ecuación de inversión.

A continuación, se comentan los principales resultados de la estimación del modelo que figuran en el cuadro n.º 5 y, en particular las que se refieren a las dos últimas columnas, para posteriormente analizar el impacto de los incentivos fiscales a la I+D empresarial.

5.1. Principales resultados de la estimación

Los principales resultados que se presentan en el cuadro n.º 5 muestran que el efecto del coste de uso del capital sobre la inver-

Cuadro n.º 5

Resultados econométricos de la ecuación de inversión en I+D

	Modelo I	Modelo II	Modelo I	Modelo II
$(rp)_{t-1}$	0,15784 (4,26)*	0,15052 (4,18)*	0,14752 (3,99)*	0,14127 (3,78)*
$(p)_t$	-0,35946 (-1,88)**		-0,78534 (-2,94)*	
$(pp)_t$		-0,46412 (-2,17)*		-0,84514 (-3,15)*
$(y)_t$	0,53877 (5,47)*	0,52348 (5,38)*	0,47439 (4,67)*	0,47374 (4,76)*
Sargan	58,30 (53) p = 0,2869	57,84 (53) p = 0,3014	60,80 (53) p = 0,2156	59,67 (53) p = 0,2462
M1	-4,85 p = 0,0000	-4,69 p = 0,0000	-4,53 p = 0,0000	-4,44 p = 0,0000
M2	0,56 p = 0,5768	0,45 p = 0,6513	0,72 p = 0,4731	0,74 p = 0,4621
$W_{(1)}$	5970,11 (15)	1017,62 (15)	827,48 (21)	1067,33 (21)
$W_{(2)}$	915,48 (12)	508,89 (12)	347,44 (12)	319,74 (12)
$W_{(3)}$			12,78 (6)	14,15 (6)
Observaciones	3039	3039	3039	3039
Instrumentos	t-2, ..., t-6	t-2, ..., t-6	t-2, ..., t-6	t-2, ..., t-6

En todas las regresiones se incluyen *dummies* sectoriales y en las regresiones de las dos últimas columnas se incluyen *dummies* temporales.

Todas las estimaciones se realizan en primeras diferencias utilizando el Método Generalizado de los Momentos en dos etapas. Debajo de los coeficientes estimados figuran entre paréntesis los estadísticos *t* en valor absoluto.

* estadísticamente significativo al 99%; ** estadísticamente significativo al 95%; *** estadísticamente significativo al 90%.

Sargan es un test de sobreidentificación de restricciones que se distribuye asintóticamente como una $X^2(k)$, con *k* grados de libertad. Los grados de libertad figuran entre paréntesis y debajo el p-valor.

M1 y M2 son los estadísticos de correlación serial de primer y segundo orden de los residuos de la regresión que se distribuyen asintóticamente como una normal estandarizada $N(0,1)$ bajo la hipótesis nula de no correlación serial.

$W_{(i)}$ es el test de Wald de significación conjunta de todas las variables explicativas incorporadas en la ecuación de inversión en I+D, de las *dummies* sectoriales y de las *dummies* temporales, respectivamente. Bajo la hipótesis nula de no relación se distribuye como una $X^2(k)$, con *k* grados de libertad. Los grados de libertad figuran debajo entre paréntesis.

Fuente: Elaboración propia.

sión en actividades de I+D han sido negativos y significativos, aunque se estima un valor sensiblemente superior cuando en la ecuación estimada se incluyen *dummies* temporales²⁴. En efecto, cuando recogemos, a través de la inclusión de *dummies* temporales, la elasticidad de la inversión en I+D con respecto al coste de uso del capital de I+D se observan valores sensiblemente más elevados y estadísticamente más significativos, siendo el coste de capital de I+D una de las variables explicativas más importante de la ecuación de inversión en I+D. El mayor coeficiente estimado del coste de uso del capital al incluir *dummies* temporales en la ecuación de inversión en I+D estimada, sugiere que la aplicación de medidas de política fiscal a la I+D actuarían como un factor de estabilización en la inversión en I+D a largo plazo (véase Parisi y Sembenelli (2003)).

Para la especificación de la ecuación de inversión que incluye tanto *dummies* sectoriales como temporales, la elasticidad a largo plazo de la inversión en I+D con respecto al coste de uso del capital se determina de acuerdo con la siguiente expresión

$$\left(\frac{-0,78534}{1-0,14752} \right) = -0,92124 \text{ y } \left(\frac{-0,84514}{1-0,14127} \right) = -0,98417$$

para una tasa de depreciación del 15% y del 30%, respectivamente. Es decir, una reducción del 10% en el coste de uso del capital conduce a un incremento del 9,212% ($\delta=15\%$) y del 9,84% ($\delta=30\%$) en el gasto en I+D empresarial a largo plazo. En una comparativa internacional, las elasticidades estimadas en este estudio alcanzan unos resul-

tados similares a trabajos econométricos más recientes, tales como Shah (1995), Mamuneas y Nadiri (1996), y Bloom, Griffith y Van Reenen (2002) con unas elasticidades próximas a la unidad, lo que sugiere que estos mecanismos son un instrumento efectivo para estimular la inversión empresarial en I+D (véase Hall y Van Reenen (2000)).

Respecto a la variable dependiente retardada, los coeficientes estimados son siempre significativos y tienen un efecto positivo, lo que prueba la existencia de efectos dinámicos en la inversión empresarial en I+D. No obstante, se observan valores positivos reducidos que se mantienen prácticamente estables para las distintas especificaciones, lo que señala un efecto no muy relevante del nivel de inversión en el periodo anterior sobre la inversión actual en I+D.

Finalmente, otra de las variables explicativas más importante de la inversión en I+D ha sido el nivel de output real. Para todas las especificaciones, los valores de los parámetros son estadísticamente significativos al 99%. En particular, la relación positiva que se observa indica que las necesidades de gasto privado en I+D dependen, en gran medida, del nivel de output real de las empresas analizadas.

5.2. El impacto de los incentivos fiscales a la I+D empresarial

Una vez analizados los principales resultados obtenidos de la estimación MGM de la ecuación (5), se efectúa ahora un estudio de los efectos de los incentivos fiscales sobre la inversión en actividades de I+D de las empresas manufactureras analizadas.

Como señalamos anteriormente, los incentivos fiscales actúan reduciendo el coste marginal de la inversión e incentivando así que las empresas realicen mayor gasto

²⁴ De acuerdo con los resultados obtenidos en el cuadro n.º 5, las estimaciones tanto con *dummies* sectoriales como con *dummies* temporales como regresores parecen los más indicados para las distintas especificaciones de la ecuación de inversión, por lo que nos centraremos en comentar los resultados de las dos últimas columnas del cuadro de resultados.

de inversión en actividades de I+D. En consecuencia, para calcular el efecto de los incentivos fiscales a la I+D empresarial se utilizará la siguiente expresión:

$$\eta = \frac{\partial \ln RP}{\partial \ln T} = \varepsilon_p \left(\frac{\partial \ln P}{\partial \ln T} \right); T = \lambda, \xi \quad (6)$$

donde ε_p mide la elasticidad de la inversión en I+D con respecto a cambios en el coste de uso del capital de I+D y $\left(\frac{\partial \ln P}{\partial \ln T} \right)$ mide la sensibilidad del coste del capital de I+D definido en la ecuación (3) con respecto a cambios en los incentivos fiscales correspondientes a amortización fiscal y crédito fiscal a la I+D.

Para calcular la elasticidad coste de capital de I+D con respecto a cambios en los incentivos fiscales se utilizarán las siguientes expresiones:

$$\frac{\partial \ln P}{\partial \ln \lambda} = - \frac{u\lambda}{1 - u\lambda - \xi v} < 0 \quad (7)$$

que mide la elasticidad coste de capital de I+D respecto a cambios amortización fiscal, y

$$\frac{\partial \ln P}{\partial \ln \xi} = - \frac{v\xi}{1 - u\lambda - \xi v} < 0 \quad (8)$$

que mide la elasticidad coste de uso del capital de I+D ante variaciones en el crédito fiscal.

El cuadro n.º 6 muestra los estadísticos descriptivos de la elasticidad de la inversión en I+D respecto a cambios en la amortización fiscal ($\eta_{P\lambda}$) ($\eta_{PP\lambda}$), y ante modificaciones en el crédito fiscal ($\eta_{P\xi}$) ($\eta_{PP\xi}$), para una tasa de depreciación del 15% y del 30%, respectivamente.

Como puede apreciarse en el cuadro, la elasticidad media de la inversión en I+D con respecto a un cambio en la tasa de amortización fiscal se sitúa en torno al 0,738 y 0,788 para una tasa de depreciación del 15% y del 30%, respectivamente. Por su parte, la elasticidad media de la inversión en I+D con respecto a un cambio en el crédito fiscal toma valores en torno al 0,4555 y 0,4866 para una tasa de depreciación del 15% y del 30%, respectivamente. Por tanto, se observa que una modificación en la

Cuadro n.º 6
Estadística descriptiva de ($\eta_{P\lambda}$), ($\eta_{PP\lambda}$) y ($\eta_{P\xi}$), ($\eta_{PP\xi}$)
 1991-1999

Variable	Media	Desv. Estándar	Mínimo	Máximo	Observaciones
$(\eta_{P\lambda})_t$	0,7384	0,1118	0,3948	1,2886	5819
$(\eta_{P\xi})_t$	0,4555	0,2039	0	1,4719	5819
$(\eta_{PP\lambda})_t$	0,7888	0,1194	0,4218	1,3766	5819
$(\eta_{PP\xi})_t$	0,4866	0,2178	0	1,5725	5819

$(\eta_{P\lambda})_t$ y $(\eta_{P\xi})_t$ mide la elasticidad de la inversión en I+D respecto de los cambios en los incentivos fiscales ($\delta=15\%$).

$(\eta_{PP\lambda})_t$ y $(\eta_{PP\xi})_t$ mide la elasticidad de la inversión en I+D respecto de los cambios en los incentivos fiscales ($\delta=30\%$).

Fuente: Elaboración propia.

tasa de amortización fiscalmente permitida tiene un efecto mayor que un cambio en el crédito fiscal para estimular el nivel de inversión en actividades de I+D. Además, la elasticidad media de la inversión en I+D con respecto a un cambio en los incentivos fiscales, tanto en la base imponible (libertad de amortización) como en la cuota (deducciones fiscales), supera el valor de la unidad, lo que sugiere la idea de que estos mecanismos hayan sido un instrumento eficaz para estimular la inversión en actividades de I+D de las empresas manufactureras analizadas.

6. CONCLUSIONES

Este trabajo especifica y estima un modelo econométrico que analiza los efectos de los incentivos fiscales a la inversión en actividades de I+D de un panel incompleto de empresas manufactureras españolas innovadoras durante el periodo 1991-1999.

La evidencia econométrica confirma como resultado principal que las empresas manufactureras analizadas responden a las medidas de política fiscal dirigidas a reducir el coste de capital de I+D, siendo el coste de capital una de las variables explicativas más importante de la ecuación de inversión en I+D. Además, también se manifiesta un mayor coeficiente estimado del coste de uso del capital al incluir *dummies* temporales como regresores en la ecuación de in-

versión, lo que sugiere que la aplicación de medidas de política fiscal actuarían como un factor de estabilización de la inversión en I+D a largo plazo. De media, un 10 por ciento de reducción en el coste de uso del capital induce un incremento del gasto empresarial en I+D a largo plazo de 9,21% ($\delta=15\%$) y de 9,841% ($\delta=30\%$).

Por su parte, los resultados obtenidos del análisis de sensibilidad sugieren que el establecimiento de incentivos fiscales tanto en la base imponible (libertad de amortización) como en la cuota (crédito fiscal), han sido un instrumento eficaz para estimular la inversión en actividades de I+D de las empresas manufactureras analizadas. Además, si atendemos al desglose de los mismos se demuestra que estas empresas responden en mayor medida a cambios en la tasa de amortización fiscal que ante modificaciones en el crédito fiscal, de forma que todos estos efectos positivos pueden favorecer que las empresas emprendan inversión en actividades de I+D.

Por último, y a pesar de los efectos positivos señalados, este estudio permite extraer como conclusión de política fiscal la conveniencia de mejorar el diseño del sistema de incentivos fiscales a la I+D ante la evidente complejidad que identifican las empresas a la hora de aplicar estas ventajas fiscales, facilitando que se generalice la utilización de estos mecanismos por parte de todas las empresas españolas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, T.W. y HSIAO, C. (1981): «Estimation of dynamic models with error components». *Journal of the American Statistical Association*, nº 76, págs. 598-606.
- ARELLANO, M. y BOND, S. (1991): «Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations». *Review of Economic Studies*, nº 58, págs. 277-297.
- ARROW, K. (1962): «Economic welfare and the allocation of resources for inventions». R. Nelson (ed.): *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton University Press.
- BAILY, M. y LAWRENCE, R. (1992): «Tax incentives for R&D: What do the data tell us?». Study commissioned by the Council on Research and Technology, Washington, DC.
- BENEITO LOPEZ, P. (1997): «The productivity of R&D in Spanish firms: Exploring simultaneity with GMM methods». *Documento de trabajo*, 97/14, Universidad de Valencia.
- BENEITO LOPEZ, P. (2001): «R&D productivity and spillovers at the firm level: Evidence from Spanish panel data». *Investigaciones Económicas*, XXV(2), págs. 289-313.
- BERNSTEIN, J. (1986): «The effect of direct and indirect tax incentives on Canadian industrial R&D expenditures». *Canadian Public Policy*, XII(3), págs. 438-448.
- BERNSTEIN, J. y NADIRI, I. (1990): «A dynamic model of product demand, cost of production and inter-industry R&D spillovers». *Economic Research Reports*, 90/53, New York University.
- BLOOM, N., CHENNELLS, L., GRIFFITH, R. y VAN REENEN, J. (1997): «How has tax affected the changing cost of R&D? Evidence from eight countries?». *Working Paper 97/3*, The Institute for Fiscal Studies.
- BLOOM, N.; GRIFFITH, R. y VAN REENEN, J. (2002): «Do R&D tax credits work? Evidence from a panel of countries 1979-1997». *Journal of Public Economics*, nº 85, págs. 1-31.
- CHENNELLS, L. y GRIFFITH, R. (1997): *Taxing profits in a changing world London*. Report series, The Institute for Fiscal Studies.
- COTEC (2004): «Los incentivos fiscales a la innovación». Documentos Cotec sobre Oportunidades Tecnológicas, nº 20.
- CUERVO-ARANGO, C. y TRUJILLO, J. A. (1986): *Estructura fiscal e incentivos a la inversión*. FEDEA, Madrid.
- CZARNITZKI, D., HANEL, P. y ROSA, J.M. (2005): «Evaluating the impact of R&D tax credits on innovation: A Microeconomic study on Canadian firms». *Discussion Paper 04-77*, Centre for European Economic Research, CIRST, Université du Québec, Montreal.
- DAGENAIS, M., MOHNEN, P. y THERRIEN, P. (1997): «Do Canadian Firms Respond to Fiscal Incentives to Research and Development?». *Discussion Paper 97s-34*, Centre Interuniversitaire de Recherche en Analyse des Organisations, CIRANO, Montreal.
- DAVID, P., HALL, B. y TOOLE, A. (2000): «Is a public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence». *Research Policy*, nº 29, págs. 497-529.
- DEVEREUX, M. y PEARSON, M. (1995): «The interactions of corporate tax between the EC, Japan and the United States: international». *Bulletin for International Fiscal Documentation*, nº 46(8), págs. 367-383.
- DOMINGUEZ BARRERO, F. y LOPEZ LABORDA, J. (1996): «Incentivos a la inversión en el Impuesto de Sociedades: La trampa de las vacaciones fiscales». *Papeles de Trabajo*, 7/96, 41, Instituto de Estudios Fiscales.
- DOMINGUEZ BARRERO, F. y LOPEZ LABORDA, J. (1997): «Incentivos a la inversión para las empresas de reducida dimensión en el Impuesto de Sociedades». *Hacienda Pública Española*, nº 141/142, págs. 165-177.
- DOMINGUEZ BARRERO, F. y LOPEZ LABORDA, J. (1998): «Incentivos fiscales a la inversión y coste de capital de las empresas de reducida dimensión en Aragón, Navarra y País Vasco». *Series de Estudios Regionales*, págs. 509-533, Aragón.
- EISNER, R., ALBERT, S. N. y SULLIVAN, M.A. (1984): «The new incremental tax credit for R&D: incentive or disincentive». *National Tax Journal*, nº 37, págs. 171-183.
- ESPITIA, M., HUERTA, E., LECHA, G. y SALAS, V. (1989): «La eficacia de los estímulos fiscales a la inversión en España». *Moneda y Crédito*, nº 188, págs. 105-175.
- GAGO RODRÍGUEZ, A. (1992): «Imposición e innovación Tecnológica: La reforma de los incentivos fiscales a las actividades de I+D». *Hacienda Pública Española*, nº 2, págs. 147-163.
- HALL, B. (1993): «R&D tax policy during the 1980s: success or failure». *Tax Policy and the Economy*, nº 7, págs. 1-35.
- HALL, B. y JORGENSON, D. (1967): «Tax policy and investment behaviour». *The American Economic Review*, nº 57 (3), págs. 391-414.

- HALL, B. y VAN REENEN, J. (2000): «How effective are fiscal incentives for R&D?. A Review of the Evidence». *Research Policy*, nº 29, págs. 449-469.
- HINES, J. (1994): «No place like home: Tax incentives and the location of R&D by American multinationals». *Tax Policy and the Economy*, nº 8, págs. 65-104.
- KING, M. A. y FULLERTON, D. (1984): *The taxation of income from capital. A comparative study of the United States, the United Kingdom, Sweden and West Germany*. The University of Chicago Press.
- KLETTE, J.T., MOEN, J. y GRILICHES, Z. (2000): «Do subsidies to commercial R&D reduce market failures?. Microeconomic evaluation studies». *Research Policy*, nº 29, págs. 471-495.
- MAIRESSE, J. y MULKAY, B. (2004): «Une evaluation du crédit d'impôt recherche en France, 1980-1997». Documents de Travail nº 2004-43, Centre de Recherche en Economie et Statistique, CREST, France.
- MAMUNEAS, T. y NADIRI, M. (1996): «Public R&D policies and cost behaviour of the US manufacturing industries». *Journal of Public Economics*, nº 63, págs. 57-81.
- MANSFIELD, E. (1986): «The R&D tax credit and other technology policy issues», *The American Economic Review*. nº 76(1), págs. 190-194.
- MARRA DOMINGUEZ, A. (2004): «Incentivos fiscales, inversión en actividades de I+D y estructura de costes. Un análisis por tamaño para una muestra de empresas manufactureras españolas, 1991-1999». *Hacienda Pública Española/Revista de Economía Pública*, nº 170, 3, págs. 9-35.
- MONHEN, P. (1999): «Tax incentives: Issue and evidence». *Discussion paper 99s-32*, Centre Interuniversitaire de Recherche en Analyse des Organisations, CIRANO, Montréal.
- NADIRI, I. y PRUCHA, I. R. (1997): «Estimation of the depreciation rate of physical and R&D capital in the U.S. total manufacturing sector». Working Paper nº 4591, NBER.
- OCDE (1991): «*Taxing profits in a global economy: Domestic and international issues*». Paris.
- PAKES, A. y SCHANKERMAN, M. (1984): «The rate of obsolescence of patents, research gestation lags and the private research rate of return to research resources». Griliches, Z. (ed.): *R&D, Patents and Productivity*, NBER Conference Report, University of Chicago Press, págs. 73-88.
- PARISI, M.L y SEMBENELLI, A. (2003): «Is private R&D spending sensitive to its price? Empirical evidence on panel data for Italy». *Empirica*, nº 30, págs. 357-377.
- SHAH, A. (1995): *Fiscal incentives for investment and innovation*. University Press for the World Bank Oxford, New York.
- WARDA, J. (1996): «Measuring the value of R&D tax provisions». OCDE (1996): *Fiscal Measures to Promote R&D and Innovation*. OECD/DG(96), nº 165, págs. 9-22.
- (2001): «Measuring the value of R&D tax treatment in OECD countries». *SIT Review*, nº 27, págs. 185-211.
- (2002): «A 2001-2002 update of tax treatment in OECD countries». *OECD Directorate for Science, Technology and Industry*.
- WOZNY, J.A. (1989): «Research tax credit: New evidence on its effects». *Proceeding of Eighty-Second Annual Conference*, National Tax Association, págs. 223-228.

ANEXOS

Anexo n.º 1

Tratamiento fiscal de los gastos de I+D en el Impuesto sobre Sociedades español

Regulación	Ley 27/1984	Ley 31/1991 (R.D. 1662/1992)	Ley 43/1995
Computo en base	<ul style="list-style-type: none"> — Libertad de amortización durante 5 años para inversiones en maquinaria destinados a I+D, así como inversiones en intangibles unidos a proyectos y programas de I+D, y durante 7 años para edificios destinados a I+D. 		<ul style="list-style-type: none"> — Libertad de amortización por inversiones en elementos de inmovilizado material e inmaterial afecto a actividades de I+D, excepto edificios que se aplica en partes en un plazo de 10 años y los gastos en I+D activados contablemente como inmovilizado inmaterial.
Computo en cuota	<ul style="list-style-type: none"> — 15% gastos en intangibles y 30% activos fijos. 	<ul style="list-style-type: none"> — 15% intangibles y 30% activos fijos si la suma de los gastos realizados son iguales o inferiores al valor medio de los gastos realizados en los dos años anteriores. — 15% hasta el valor medio y 30% sobre el exceso respecto al valor medio para gastos en intangibles, y 30% hasta el valor medio y 45% sobre el exceso para gastos en activos fijos cuando la suma de gastos realizados sea superior al valor medio de los dos años anteriores. — Base de deducción constituida por el importe de gastos de I+D minorado en el 65% de subvenciones obtenidas. 	<ul style="list-style-type: none"> — 20% para la totalidad de los gastos del periodo si los gastos realizados son iguales o inferiores al valor medio de los gastos efectuados en los dos años anteriores. — 20% hasta el valor medio y el 40% sobre el exceso respecto al valor medio si los gastos realizados son superiores al valor medio de los efectuados en los dos años anteriores. — Base deducción constituida por el importe de gastos de I+D minorado en el 65% de subvenciones obtenidas.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo n.º 2

Hipótesis del trabajo

Coste de la deuda (r)	Coste medio de la financiación contraída con entidades de crédito a lo largo del año.
Tasa de inflación (π)	Informe anual Banco de España
Tasas de depreciación económica (δ)	15% y 30%, respectivamente
Porcentaje gasto en intangibles y activos fijos	85% Gasto en intangibles 15% Activos fijos
Tipo de gravamen (u)	35% Con carácter general 30% Empresas de reducida dimensión (1)

(1) Para el periodo 1991-1999, el tipo de gravamen aplicable con carácter general es del 35%. A partir de 1997 la normativa establece que el tipo de gravamen aplicable a las entidades de reducida dimensión sea del 30% para la parte de la base liquidable correspondiente a los primeros 15 millones de pesetas, manteniéndose para el resto el 35%. La Ley 43/1995 del Impuesto de Sociedades entiende por empresas de reducida dimensión, aquellas empresas cuyo importe neto de la cifra de negocios habida en el periodo impositivo inmediato anterior sea inferior a 250 millones de pesetas (art. 122.1 y art. 127 bis).

Anexo n.º 3

**Distribución por tamaño de empresas que realizan gasto en I+D
y de empresas que reciben subvenciones públicas para I+D
(en % total de empresas)**

(1991-1999)

Año	Empresas que realizan gasto en I+D		Empresas que reciben subvenciones para I+D	
	≤ 200 Trabajadores	>200 Trabajadores	≤ 200 Trabajadores	>200 Trabajadores
1991	32,52	67,48	4,07	18,97
1992	33,48	66,52	4,76	20,24
1993	38,87	61,13	5,97	18,23
1994	35,46	64,54	7,99	18,51
1995	37,41	62,59	7,93	18,45
1996	39,32	60,68	8,72	17,78
1997	43,47	56,53	8,51	17,78
1998	42,99	57,01	7,54	19,31
1999	43,64	56,36	7,88	17,73

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la ESEE.

Anexo n.º 4

**Distribución de empresas por sector de actividad
(en % del total de empresas)**

Sector	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Media
1. Metales férreos y no férreos	3,08	3,51	3,66	5,06	4,75	4,05	3,92	4,02	4,38	4,05
2. Productos minerales no metálicos	6,43	5,56	5,09	5,83	5,77	5,74	5,58	6,56	5,74	5,81
3. Productos químicos	13,79	13,91	14,15	14,11	13,92	13,18	12,67	11,92	12,54	13,35
4. Productos metálicos	8,03	7,61	7,95	7,36	6,79	7,77	8,30	9,24	8,91	8,00
5. Máquinas agrícolas e industriales	7,63	8,35	8,27	8,13	8,83	8,28	8,60	8,05	8,61	8,30
6. Máquinas oficina, proceso de datos,...	2,01	1,76	1,43	1,23	1,19	1,52	1,21	1,19	1,06	1,40
7. Material y accesorios eléctricos	15,93	16,11	15,74	15,03	15,96	13,68	14,93	13,71	12,99	14,90
8. Vehículos automóviles y motores	5,89	6,30	7,47	7,82	7,98	8,45	7,69	7,45	8,61	7,52
9. Otro material de transporte	2,68	2,34	2,23	2,45	2,72	3,38	3,32	3,87	3,93	2,99
10. Carne, preparados y conservas carne	1,61	1,76	2,07	1,84	2,04	2,20	1,51	1,79	1,51	1,81
11. Productos alimenticios y tabaco	7,23	9,08	9,06	7,82	7,13	6,25	7,24	6,71	6,95	7,50
12. Bebidas	2,68	2,49	2,07	1,53	1,53	2,36	1,81	1,94	1,96	2,04
13. Textiles y vestido	6,43	6,73	6,84	6,90	7,47	8,45	7,99	7,30	8,01	7,35
14. Cuero, piel y calzado	2,54	2,34	2,38	1,99	2,55	1,86	1,81	1,79	1,81	2,12
15. Madera y muebles de madera	2,41	1,90	0,95	1,53	1,19	1,18	1,66	2,09	1,81	1,64
16. Papel, artículos de papel, impresión	4,02	3,66	3,18	3,83	3,06	4,22	4,68	4,32	3,78	3,86
17. Productos del caucho y plástico	5,76	4,83	5,72	5,83	5,60	6,08	5,73	6,11	6,19	5,76
18. Otros productos manufacturados	1,87	1,76	1,75	1,69	1,53	1,35	1,36	1,94	1,21	1,61

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la ESEE según la clasificación sectorial NACE CLIO R44 modificada y sus equivalencias por sector de actividad de la CNAE-74.