

INCENTIVOS FISCALES EN I+D Y DECISIONES DE INNOVACIÓN*

M. BEATRIZ CORCHUELO MARTÍNEZ-AZÚA
Universidad de Extremadura

Este artículo analiza la eficacia de los incentivos fiscales a la I+D sobre la inversión privada de las empresas a través de dos decisiones: realizar o no actividades de I+D y el esfuerzo tecnológico de las empresas que las llevan a cabo. El ejercicio empírico mide el coste de capital con incentivos fiscales de las inversiones en I+D y estudia el impacto de esta variable sobre las dos decisiones apuntadas utilizando una muestra representativa de empresas manufactureras españolas en el periodo 1990-1998. El resultado del ejercicio muestra un efecto positivo de los incentivos fiscales que parece ser mayor en la decisión de realización, especialmente en las pequeñas empresas, que en la del esfuerzo. Se observa, además, que la eficacia de los incentivos fiscales aumenta en las dos decisiones en las empresas que presentan restricciones de liquidez.

Palabras clave: Actividades de I+D, incentivos fiscales, empresas manufactureras españolas.

Clasificación JEL: O31, H25, H32.

Existe un consenso general entre los economistas de que el mercado falla al proveer un nivel socialmente óptimo de gasto en investigación y desarrollo (I+D). Tal afirmación encuentra su explicación en ciertas características de la innovación en general [Arrow (1962)] que determinan que las empresas privadas no inviertan al nivel que sería socialmente deseable al no poder extraer todos los beneficios derivados de tal actividad [Boadway y Shah (1995)]. Este argumento, basado en la corrección de fallos del mercado y en la absorción de los efectos externos que la inversión en I+D genera en el crecimiento económico, junto a otros de carácter tanto microeconómico (calidad de los productos, competitividad, etc.) como macroeconómico (productividad y crecimiento, ventajas comparativas, etc.), justifican una cierta intervención pública desde el punto de vista económico.

(*) Quiero dar las gracias a Jordi Jaumandreu por sus útiles comentarios, sugerencias y lectura detallada del trabajo. Asimismo agradezco la ayuda prestada por Alberto López en la programación de los modelos econométricos y de dos evaluadores anónimos que han permitido mejorar el contenido final del trabajo. Cualquier error es de mi exclusiva responsabilidad.

Entre las medidas y actuaciones que desde las Administraciones Públicas tratan de estimular las actividades de I+D privadas [COTEC (2000)], una de las más utilizadas en la mayoría de los países industrializados es la concesión de ayudas financieras que permiten reducir el coste de la inversión. Su objetivo es lograr que estos proyectos sean rentables desde el punto de vista privado y social, de manera que las empresas incrementen los recursos destinados a estas actividades. Las ayudas financieras se suelen establecer bien de forma directa, con el fin de incentivar determinados proyectos o áreas de investigación (subvenciones a la I+D y créditos subvencionados), bien desde una perspectiva de orientación hacia el mercado, tratando de beneficiar a todas las empresas innovadoras que abarcan la definición fiscal de I+D (incentivos fiscales).

La intensidad con que se utilizan ambos tipos de ayudas financieras difiere entre países y existen argumentos teóricos en favor y en contra de su implantación [Tassey (1996)]. Quizás el principal argumento en su contra sea su elevado coste recaudatorio y el escepticismo de ser considerados instrumentos idóneos para estimular una inversión cuyo principal determinante son las expectativas empresariales. En este sentido, se plantea la duda de que las ayudas financieras supongan tan sólo una ganancia extraordinaria a las empresas que hubieran desarrollado la actividad en cualquier caso, o se limiten simplemente a adelantar proyectos futuros de inversión [González *et al.* (2005)]. Serán convenientes, por el contrario, cuando consigan fomentar la realización de esta actividad en empresas que de otra forma no la hubieran llevado a cabo por no ser económicamente rentable.

Tampoco parece existir, desde el punto de vista empírico, resultados concluyentes sobre la eficacia de estos instrumentos, tanto en el caso de las subvenciones directas [David *et al.* (2000), Kettle *et al.* (2000)]¹, como en el de los incentivos fiscales a la I+D.

En el caso de estos últimos, los estudios empíricos se han dirigido, fundamentalmente, a analizar su eficiencia y neutralidad en cuanto a la planificación temporal de las inversiones², o analizar su eficacia ante los objetivos para los que han sido diseñados sin que supongan una merma recaudatoria importante para los gobiernos³. Cualquiera que sea la dirección seguida, el denominador común de estos estudios es demostrar la conveniencia de los incentivos fiscales a la I+D, si

(1) En ambos estudios se realiza una revisión de la literatura empírica acerca del comportamiento innovador de las empresas y las subvenciones a la I+D recibidas subrayando la ausencia de resultados concluyentes. La mayor parte de los estudios están referidos a la economía americana. Para la economía española, destacan los estudios de Busom (1993, 2000) y González *et al.* (2005) que evalúan los efectos de las subvenciones a la I+D y el esfuerzo inversor de las empresas.

(2) Mansfield (1985) para la economía americana, y Mansfield y Switzer (1985) para Canadá, señalan que los incentivos fiscales a la I+D pueden favorecer un adelanto del periodo en el cual se acomete la inversión, sin que contribuyan a estabilizar la inversión a largo plazo, lo cual supone una pérdida de neutralidad impositiva.

(3) En esta dirección se utilizan diversos enfoques metodológicos: trabajos econométricos basados en la estimación de una ecuación de demanda de I+D [Hines (1993), economía americana]; cálculo de la elasticidad de la demanda de I+D respecto de su propio precio considerando los incentivos [Parisi y Sembenelli (2003), economía italiana]; y estudios de coste-eficacia que evalúan la pérdida recaudatoria neta [Dagenais *et al.* (1997) en Canadá].

bien los resultados han sido muy diversos, unos a favor y otros en contra de su aplicación. La diversidad de resultados se explica tanto por los diferentes enfoques metodológicos, con sus limitaciones técnicas teóricas y empíricas que obligan a mantener una postura crítica frente a los resultados obtenidos [López Laborda y Romero (2001)], como por las hipótesis utilizadas [Link (1996) y Lhuillery (1996)], la naturaleza de los datos (líneas de negocio, empresas, industrias o datos agregados), o los países donde se han aplicado, que dificultan el realizar comparaciones, pues aspectos relevantes como las expectativas, la coyuntura económica o la propia estructura fiscal no son coincidentes [Bloom *et al.* (2002)]. En Hall y Van Reenen (2000) se puede consultar una revisión completa de metodologías, estudios y resultados diversos acerca de la efectividad de estos incentivos.

No obstante, y pese a la posición escéptica que parece existir tanto desde el punto de vista teórico como empírico respecto a las ayudas fiscales a la inversión en general, lo cierto es que son un instrumento central en los sistemas fiscales de la mayoría de los países industrializados. De hecho, muchos países están actualmente rediseñando sus incentivos fiscales a la I+D con el fin de hacerlos más efectivos [OCDE (2002)].

El objetivo de este estudio se enmarca en la segunda dirección apuntada: analizar la eficacia de los incentivos a la I+D en la inversión empresarial. Su principal novedad respecto a los estudios previos que han analizado esta problemática utilizando datos de corte transversal de empresas en un determinado país, es su tratamiento econométrico, que analiza conjuntamente dos decisiones: la probabilidad de llevar a cabo actividades en I+D ante reducciones de su coste, algo no tratado en estudios previos⁴, y la intensidad del esfuerzo tecnológico de las empresas que realizan I+D. En segundo lugar, el estudio se aplica a la economía española donde existe escasa evidencia en este sentido⁵, pese a ser numerosos los estudios que señalan el tratamiento fiscal más generoso de la I+D en España⁶. La tercera

(4) En Parisi y Sembenelli (2003) se evalúa el efecto de un cambio en el coste de capital sobre la probabilidad de que las empresas realicen I+D considerando tan sólo a las empresas que tienen un gasto positivo, a diferencia de la especificación del modelo de probabilidad que se realiza en este estudio que considera a todas las empresas, realicen o no I+D, estimando el coste de capital con incentivos fiscales esperado de las empresas que declaran no realizar un gasto en I+D.

(5) Para el caso español es abundante, en general, la literatura empírica que ha analizado la eficacia de los incentivos fiscales en las decisiones de inversión en activos físicos utilizando tanto datos agregados [Espitia *et al.* (1989)], como microdatos [Giner y Salas (1994), Domínguez y López Laborda (1999), Romero y Ruiz-Huerta (2001)], pero aún reducida la literatura que ha tratado de evaluar la eficacia de los incentivos fiscales concretos a la I+D [Marra (2004)]. Existe, no obstante, evidencia de la eficacia de los incentivos fiscales a la I+D aplicados en España en los estudios de Gordon y Tchilingirian (1998) que llevan a cabo un cálculo de cuñas impositivas y tipos marginales efectivos de inversiones en I+D de varios países de la OCDE, y en Bloom y otros (2002) que calculan y comparan el coste de capital de I+D considerando los incentivos fiscales en nueve países de la OCDE.

(6) El B-index elaborado por Warda (1996) es una medida sintética que permite comparar la generosidad fiscal en I+D a nivel internacional. Se define como el cociente del valor actual del coste neto de impuestos de la I+D entre uno menos el tipo impositivo del Impuesto sobre beneficios empresarial. Para los años 2001/2002, Warda (2002) señala que España presenta el mayor índice de

novedad es el cálculo de las elasticidades respecto al precio de la I+D diferenciando entre empresas grandes (más de 200 trabajadores) y pequeñas, lo que permite extraer conclusiones acerca del diseño de los incentivos fiscales. Asimismo, se han tenido en cuenta aspectos financieros⁷, con el fin de analizar la efectividad de los incentivos fiscales ante la existencia o no de restricciones de liquidez en las empresas. Finalmente, y teniendo en cuenta los numerosos cambios en la normativa fiscal respecto a los incentivos fiscales en la I+D en España, se analiza el efecto de la modificación del incentivo fiscal a partir del año 1995.

Los datos que se utilizan proceden de la Encuesta sobre Estrategias Empresariales (ESEE) considerando el periodo 1990-1998. La ESEE contiene información de las estrategias innovadoras de cerca de 2.000 empresas manufactureras de más de 10 trabajadores que representan cerca del 80% de la I+D desarrollada en España. Al igual que la mayoría de los estudios empíricos, se utilizan datos de este sector debido a las dificultades de medición de la I+D en el sector servicios [Young (1996)], si bien con la cautela de considerar que los resultados podrían estar infravalorando los beneficios generados por las ayudas fiscales al no considerar externalidades hacia otras industrias [Griffith *et al.* (2001)]. La riqueza de información que reportan los microdatos permite diferenciar por tamaños empresariales y por características, tanto cuantitativas como cualitativas, de las empresas manufactureras, sus decisiones de inversión en I+D y el efecto directo de los incentivos fiscales, que no es posible con la utilización de datos agregados en los que se pierden los aspectos específicos de las empresas⁸.

De acuerdo al objetivo general y a la fuente de información disponible, el ejercicio empírico calcula en primer lugar la variable coste de capital de la I+D incluyendo los incentivos fiscales aplicados en la legislación española. La riqueza informativa de la ESEE permite superar algunas de las dificultades y críticas que ha supuesto la medición de esta variable en estudios previos⁹ y establece la posi-

generosidad fiscal en las grandes empresas manufactureras y el segundo en las pequeñas empresas después de Italia. Para el periodo 1990-1998 el B-index calculado en el presente trabajo es de 0,76, y conecta con los índices de 0,69 en el periodo 1999-2000 y 0,559 en el periodo 2001-2002 obtenidos por Warda (2001 y 2002), lo que manifiesta el progresivo aumento de la generosidad fiscal de la normativa fiscal española respecto a los incentivos fiscales a la I+D. Asimismo, los estudios de Gordon y Tchilingirian (1998) y Bloom *et al.* (2002) coinciden en destacar a España como uno de los países más benévolo en cuanto a la aplicación de estos beneficios fiscales.

(7) La consideración de variables financieras (*cash-flow*) en relación a las actividades de I+D tan sólo se analizan en Parisi y Sembenelli (2003). En Romero y Ruiz-Huerta (2001), al analizar decisiones de inversión en activos físicos utilizando microdatos tributarios del periodo 1989-1994, considera también la relación de variables financieras y fiscales, obteniendo que las primeras, más que el crédito fiscal a la inversión, son las relevantes, especialmente en las pequeñas y medianas empresas.

(8) No obstante, los microdatos no permiten considerar los efectos indirectos (externalidades positivas y negativas del conocimiento) entre empresas o industrias y entre países [Guellec y van Potelsberghe (2003)] ni considerar la presencia de factores macroeconómicos en la variación de la inversión en I+D [Bloom y otros (2002)], ventajas que se consiguen con datos agregados.

(9) Por ejemplo, se considera dependencia entre las decisiones de inversión y financiación y se trabaja con el coste real efectivo de las empresas considerando su tamaño empresarial, a diferencia de otros estudios que suponen un tipo de interés nominal correspondiente al de un activo libre de riesgo igual para todas las empresas [Bloom *et al.* (2002), Marra (2004)].

bilidad de asignar un coste específico de la I+D a cada empresa teniendo en cuenta su situación y las modificaciones en la normativa fiscal relativa a los incentivos en el periodo de tiempo considerado.

En segundo lugar, se estudia económicamente el impacto de esta variable sobre dos decisiones empresariales: llevar a cabo actividades de I+D, considerando toda la muestra de empresas, y el esfuerzo tecnológico condicionado a las empresas que declaran realizar la actividad. La hipótesis que se plantea es que las medidas fiscales que reducen el coste de la I+D se han de traducir en un efecto positivo y significativo de las empresas en las dos decisiones. El resultado del ejercicio muestra este efecto, siendo mayor en la decisión de llevar a cabo la actividad que en el esfuerzo tecnológico de las empresas que invierten, lo cual confirma la efectividad de los incentivos fiscales frente a aquellos estudios relativamente recientes que ponían en duda su eficacia para estimular la inversión en I+D basándose en valores de la elasticidad precio de la I+D inferiores a la unidad. Los resultados se refuerzan al distinguir por tamaños empresariales, siendo la efectividad de los incentivos mayor en la probabilidad de realizar la actividad en las pequeñas empresas y en la decisión del esfuerzo en las empresas de mayor tamaño.

En tercer lugar, el ejercicio econométrico se amplía con la consideración de que las empresas estén sometidas a restricciones financieras, justificado por el hecho de que, en lo que respecta a la inversión en I+D, la empresa necesita efectuar previamente el gasto en inversión, más difícil si existe este tipo de restricción. La consideración del papel que representa la financiación en la eficacia de los incentivos y las decisiones de inversión permite, junto con las obtenidas relativas al tamaño empresarial, extraer algunas conclusiones acerca del diseño del beneficio fiscal. Los resultados revelan que el efecto de la variable coste de capital con incentivos fiscales a la I+D incrementa la probabilidad y el esfuerzo en I+D de las empresas con restricciones de liquidez, señalando la importancia de las variables financieras en las decisiones de inversión.

Finalmente, y dado que la normativa fiscal relativa a los incentivos a las inversiones en I+D ha sufrido importantes modificaciones desde su implantación, se analiza el efecto que ha tenido la modificación del incentivo a partir del año 1995, sobre todo en relación a la posibilidad de amortizar libremente todo el gasto de capital de I+D en el ejercicio de su adquisición y la implantación de un sistema de crédito fiscal mixto con porcentajes comunes a todo gasto de I+D que se incluya en la definición fiscal. Los resultados de este ejercicio muestran un efecto positivo y mayor tanto en la probabilidad como en el esfuerzo tecnológico que pone de manifiesto la bondad en el diseño actual de los incentivos.

De acuerdo a estas consideraciones, el trabajo está organizado como sigue: la sección segunda describe la muestra de empresas utilizada para la realización del estudio; la sección tercera calcula la variable coste de capital de la I+D considerando los incentivos fiscales aplicados en la normativa española, variable fundamental del estudio empírico; la sección cuarta presenta la metodología utilizada en el estudio econométrico; la sección quinta muestra los resultados obtenidos y, finalmente, la sección sexta concluye.

1. LOS DATOS

La información utilizada procede de la Encuesta sobre Estrategias Empresariales (ESEE)¹⁰ que recoge información económica y financiera de cerca de dos mil empresas manufactureras españolas. Se trata de un panel incompleto, en el que cada año entran nuevas empresas a fin de mantener la representatividad de la encuesta. Las características de la ESEE le diferencian de otras fuentes de información del sector manufacturero español como la Encuesta Industrial (EI) elaborada por el INE, que ofrece información sobre establecimientos industriales, y la Central de Balances (CB) elaborada por el Banco de España, que se centra en grandes empresas, haciéndola más atractiva para los objetivos del presente estudio.

En primer lugar, la ESEE presenta la ventaja de ofrecer información sobre empresas. Su diseño permite tener representación de toda la industria manufacturera, con la ventaja adicional de controlar por el tamaño empresarial, teniendo en cuenta, no obstante, el carácter mixto de la muestra, pues las empresas de menor tamaño (de 10 a 200 trabajadores) fueron seleccionadas por muestreo aleatorio, en tanto que las grandes empresas (más de 200 trabajadores) fueron, en principio, seleccionadas en su totalidad. Esta característica permite diferenciar el estudio de la mayoría, centrados en las grandes empresas¹¹.

En segundo lugar, la ESEE presenta información detallada acerca de la realización de actividades tecnológicas y suministra información sobre otras variables necesarias para la medición de la variable fundamental. Por ejemplo, ofrece información sobre las subvenciones totales recibidas por las empresas¹², dato necesario para determinar el gasto en I+D sobre el cual la empresa puede acogerse a ventajas fiscales, así como variables financieras que permiten calcular el tipo de descuento que aplica cada empresa para determinar el coste de capital de su inversión, o que informan sobre el hecho de ser empresas financieramente restringidas.

Finalmente, se dispone de un periodo amplio de análisis, pues la ESEE se elabora desde el año 1990. El presente estudio abarca los años 1990 a 1998.

Algunos datos estadísticos previos relevantes se muestran en los cuadros 1 y 2.

El cuadro 1 ofrece información del porcentaje de empresas que, sobre el total, realizan un gasto en I+D (propio y/o contratado externamente), diferencian-

(10) La ESEE ha sido diseñada y elaborada por el Programa de Investigaciones Económicas (PIE) de la Fundación Empresa Pública, con el patrocinio del Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCYT) (ahora Ministerio de Industria, Turismo y Comercio) y otras entidades cofinanciadoras. La información relevante sobre su diseño y elaboración se puede consultar en Fariñas y Jaumandreu (1999).

(11) Parisi y Sembenelli (2003) para la economía italiana, realizan una distinción por tamaño empresarial y localización. En Marra (2004), con datos de la ESEE, también se realiza una distinción por tamaño empresarial considerando pequeñas empresas (menos de 200 trabajadores) y grandes empresas (más de 200 trabajadores).

(12) La mayoría de los estudios no consideran este dato que para el caso concreto español es importante a la hora de determinar la base efectiva de gastos en I+D sobre la cual las empresas pueden practicar la deducción. En Dagenais y otros (1997) por ejemplo, se elimina de la muestra a las empresas canadienses que hayan recibido subvenciones. Esta consideración se ha observado tan sólo en el estudio de Parisi y Sembenelli (2003) en que se utiliza una base de datos diferente para el cálculo de las subvenciones, con la pérdida de información que esto implica.

do por años y desagregando en seis tamaños empresariales. Relativamente, las empresas grandes (más de 200 trabajadores) son las más innovadoras. La tendencia ha sido creciente en el periodo, con una incorporación total de un 31,2% en el caso de las empresas pequeñas y de un 9,7% de las empresas grandes, de forma que en el año 1998 un 22,3% y un 74,3%, respectivamente, tienen gasto en I+D.

Cuadro 1: EMPRESAS QUE REALIZAN UN GASTO EN I+D CON RELACIÓN AL TOTAL DE EMPRESAS POR TAMAÑO EMPRESARIAL Y AÑOS

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
10-20	8,6	11,1	8,3	8,9	7,9	7,3	8,8	10,0	8,8
21-50	15,8	20,6	16,9	19,0	16,9	18,4	16,8	16,5	20,1
51-100	29,0	27,5	33,3	32,7	28,7	25,7	33,6	31,4	36,0
101-200	47,3	40,0	42,8	46,0	49,2	49,2	45,8	48,3	50,0
<i>Menos de 200</i>	<i>17,0</i>	<i>19,0</i>	<i>17,3</i>	<i>18,7</i>	<i>18,5</i>	<i>19,2</i>	<i>19,3</i>	<i>20,5</i>	<i>22,3</i>
201-500	62,2	62,1	64,5	64,0	65,6	60,9	63,4	65,5	71,0
> 500	78,6	79,8	75,2	76,1	77,0	76,7	78,5	79,9	80,3
<i>Más de 200</i>	<i>67,7</i>	<i>68,1</i>	<i>68,2</i>	<i>68,4</i>	<i>69,6</i>	<i>66,8</i>	<i>69,1</i>	<i>70,8</i>	<i>74,3</i>

Nota: Los datos se expresan en porcentajes.
Elaboración propia a partir de datos de la ESEE.

El cuadro 2 presenta las medias por tamaño empresarial y año, del esfuerzo tecnológico (gasto en I+D sobre ventas) desarrollado. Al contrario que la relación positiva tamaño y realización de actividades de I+D, la relación tamaño y esfuerzo es negativa, pues el esfuerzo se muestra relativamente mayor en las empresas de menor tamaño.

Cuadro 2: MEDIAS DEL ESFUERZO TECNOLÓGICO DE LAS EMPRESAS QUE REALIZAN UN GASTO EN I+D POR TAMAÑO EMPRESARIAL Y AÑOS

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
10-20	4,9	3,7	3,5	3,3	2,8	2,0	3,6	2,3	2,5
21-50	2,9	2,6	2,6	2,3	2,7	2,5	1,6	2,2	2,2
51-100	2,7	2,7	2,7	2,6	3,8	3,6	3,7	2,6	2,6
101-200	2,6	2,5	2,1	2,7	2,0	1,9	2,2	2,5	2,1
<i>Menos de 200</i>	<i>3,2</i>	<i>2,9</i>	<i>2,7</i>	<i>2,7</i>	<i>2,6</i>	<i>2,4</i>	<i>2,5</i>	<i>2,4</i>	<i>2,3</i>
201-500	2,2	2,2	2,2	2,6	2,2	2,2	1,8	2,0	2,1
> 500	3,0	2,4	2,6	2,4	2,2	2,9	2,8	2,6	2,3
<i>Más de 200</i>	<i>2,5</i>	<i>2,3</i>	<i>2,3</i>	<i>2,5</i>	<i>2,2</i>	<i>2,5</i>	<i>2,3</i>	<i>2,2</i>	<i>2,2</i>

Nota: Los datos se expresan en porcentajes.
Elaboración propia a partir de datos de la ESEE.

2. MEDICIÓN DEL COSTE DE CAPITAL DE I+D

La variable clave a considerar para evaluar la eficacia de los incentivos fiscales a la I+D en las decisiones de innovación es el coste de capital de la I+D, definido como la rentabilidad real neta antes de impuestos que una empresa debe obtener de un proyecto marginal de inversión para ofrecer al financiador una rentabilidad equivalente al tipo de interés real del mercado.

En el cálculo del coste de capital de un proyecto de inversión influyen diversos factores como el tipo de interés real del mercado, la tasa de depreciación económica, consideraciones de índole macroeconómica (inflación) y de tipo fiscal (impuesto de sociedades e incentivos a la inversión). Una variación en cualquiera de estos factores modifica el valor del coste del capital y permite analizar su influencia sobre la inversión realizada por la empresa.

En este razonamiento se apoya el modelo teórico pionero de Jorgenson (1963), basado en la teoría neoclásica de la inversión, cuyas conclusiones señalan que la cantidad de inversión es muy sensible a los cambios en el coste de capital de un proyecto marginal de inversión. En este sentido, es de esperar un efecto sobre la inversión de cualquier medida de tipo impositivo que afecte a los proyectos de I+D y a su coste de capital.

El coste de capital considerando incentivos fiscales se obtiene igualando el valor actual de los costes y los ingresos del proyecto marginal de la inversión [King y Fullerton (1984)]. Para la inversión en I+D, el coste de capital de la j -ésima empresa en el año t viene dado por la expresión:

$$p_{jt} = \sum_{i=1}^3 \omega_i \left[\frac{(1 - uz_{jt} - h_{jt})}{(1 - u_t)} (r_{jt} + \delta_{it}) \right] \quad [1]$$

siendo u el tipo estatutario de gravamen del impuesto de sociedades, r el tipo de interés real, δ la tasa de depreciación económica del activo, z el valor actual de la amortización fiscal permitida, uz el valor actual del ahorro fiscal por amortizaciones y h el ahorro fiscal por crédito a la inversión. El término ω_i refleja la ponderación de los diferentes tipos de gastos de I+D que se consideran (subíndice i): gastos corrientes y gastos de capital en maquinaria y equipos y en edificios afectos a actividades de I+D.

Para el cálculo de [1] se han tenido en cuenta los siguientes supuestos y consideraciones a partir de la información que reporta la ESEE que permite asignar un coste de capital específico a cada empresa teniendo en cuenta su situación.

2.1. La tasa de depreciación económica, δ

Se consideran diferentes tasas de depreciación económica según los diferentes tipos de gastos considerados (corrientes y de capital): 30% para gastos corrientes en I+D, 12,64% para la inversión en maquinarias y equipos, y 3,61% para la inversión en edificios¹³.

(13) El valor utilizado para la tasa de depreciación económica de la I+D varía entre estudios, oscilando en valores que van del 10% al 30% sin diferenciar entre activos. El hecho de no disponer de

2.2. El tipo impositivo, u .

Se considera para todas las empresas el general del impuesto de sociedades, $u = 35\%$.

2.3. Coste medio y efectivo real de los fondos financieros, r_{jt} .

El modelo neoclásico de inversión supone independencia entre las decisiones de inversión y financiación [Bloom *et al.* (2002)]. Sin embargo, ante la existencia de mercados imperfectos de capital, se puede afirmar que tal independencia no existe [Hubbard (1998)], siendo ésta una de las principales críticas al modelo neoclásico de inversión [López Laborda y Romero (2001)]. En general, la empresa financia su inversión mediante fondos ajenos y propios en una determinada proporción¹⁴. Llamando b a la financiación mediante deuda, y $(1-b)$ a la financiación con beneficios retenidos, siendo d_d el coste financiero de la deuda, y d_r el coste financiero de los beneficios retenidos, se obtiene la expresión general del coste financiero medio real de los fondos, $r = bd_d + (1-b)d_r$, que representa la renta media que reciben los propietarios del capital financiero de la empresa.

En presencia de impuestos, el coste financiero medio real de los fondos difiere del coste financiero marginal efectivo debido a la diferente tributación de las diversas formas de financiación de la empresa. Sustituyendo el coste financiero de la deuda y los beneficios retenidos considerando la presencia de impuestos, la expresión finalmente utilizada es la siguiente:

$$r_{jt} = bd_{djt} + (1-b)d_{rjt} = b(i_{jt} - \pi_t)(1-u) + (1-b)(i_{jt} - \pi_t) \frac{(1-t_m)}{(1-t_p)} \quad [2]$$

donde la ponderación de la financiación mediante deuda (b) y beneficios retenidos ($(1-b)$) se obtiene de la muestra de empresas a partir de datos sectoriales y aplicando las medias industriales por tamaño empresarial. El término $d_{djt} = (i_{jt} - \pi)(1-u)$ es el coste financiero efectivo de la deuda, gasto fiscalmente deducible en el

impuesto de sociedades; $d_{rjt} = (i_{jt} - \pi) \frac{(1-t_m)}{(1-t_p)}$ es el coste financiero efectivo de

los beneficios retenidos considerando la presencia de impuestos; i_{jt} es el coste nominal de la deuda que declara pagar la j -ésima empresa en el momento t , que se

estudios específicos que hayan determinado las tasas de depreciación económica de I+D para la economía española y de diferenciar entre los mismos activos, lleva a considerar en el estudio estas tasas de depreciación económica diferenciadas que permiten, además, hacer comparaciones con estudios recientes que trabajan bajo el mismo supuesto [Parisi y Sembenelli (2003) y Bloom *et al.* (2002)].

(14) De los estudios analizados a nivel internacional, sólo en Parisi y Sembenelli (2003) se presta una especial atención a la variable coste financiero con el fin de diferenciar el coste de capital de la I+D que soporta cada una de las empresas de la muestra utilizada (726 empresas italianas), diferenciando entre las tres fuentes de financiación de la empresa (deuda, acciones y beneficios retenidos) y su fiscalidad, y teniendo en cuenta la consideración del tamaño empresarial y la localización de la empresa. En España, Marra (2004) también considera interdependencia al tener en cuenta diversas fuentes de financiación en las empresas y su fiscalidad, si bien supone finalmente que el 100% de las inversiones en I+D se financian con deuda y no diferencia el coste de la financiación por tamaño u otra característica empresarial.

obtiene de la variable declarada en la ESEE “coste actual de la deuda a largo plazo con entidades bancarias de crédito” que incluye la prima de riesgo soportada a la hora de solicitar financiación ajena diferente según el tamaño empresarial; π representa a las tasas de inflación del periodo 1990-1998 (6,7%, 5,9%, 5,9%, 4,6%, 4,7%, 4,7%, 3,6%, 1,9%, 1,8%), obtenidas del Informe Anual del Banco de España; t_m es el tipo marginal correspondiente al tramo intermedio de la tarifa individual del Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas en el periodo de análisis que se supone el 36% [Domínguez y López Laborda (1999)]; y t_p es el tipo de plusvalías obtenidas, considerando que el ahorrador-tipo mantiene sus inversiones durante más de un año con el fin de reducir su carga fiscal y que durante los ejercicios siguientes realiza un 10% de las plusvalías obtenidas y sujetas al impuesto [Romero y Ruiz-Huerta (2001)].

2.4. Las variables tributarias, uz y h

2.4.1. Valor actual del ahorro fiscal por amortizaciones, uz_{jt}

Las dotaciones a la amortización son fiscalmente deducibles y permiten reducir el coste de las inversiones. Su incorporación en la expresión [1] requiere obtener una medida del valor actual del ahorro fiscal por amortización. En general, este valor depende del método de amortización empleado (lineal, degresivo o libertad de amortización), la base sobre la que se calcula la amortización (precio histórico o coste de reposición), y el modo de financiación (fondos ajenos, reservas o acciones).

En el caso de la legislación española, la Ley 61/1978, del Impuesto sobre sociedades, era contraria a la reducción rápida de los gastos en I+D en la base imponible del impuesto. Tan sólo la Ley 27/1984, de 26 de julio, sobre Reversión e Industrialización, permitió amortizar aceleradamente los gastos de capital al permitir libertad de amortización durante 5 años para los activos fijos e intangibles, y de 7 años para los edificios afectos a las actividades de I+D. Posteriormente, la Ley 43/95, de reforma del Impuesto de Sociedades, ha incorporado la posibilidad de una reducción rápida de los gastos en I+D en la base imponible al permitir libertad de amortización plena para todos los gastos de capital en I+D, con la excepción de los edificios afectos para los que se permite libertad de amortización en un plazo lineal de 10 años. Respecto a los gastos corrientes de I+D, son fiscalmente deducibles siempre que aparezcan recogidos en la contabilidad del sujeto pasivo, estableciéndose asimismo la posibilidad de ser activados y de gozar, consiguientemente, de libertad de amortización.

Conforme a la evolución de la normativa fiscal, la variable uz se ha calculado suponiendo que los gastos corrientes en I+D se activan como inmovilizado inmaterial. De esta forma se obtienen dos medidas del valor actual del ahorro fiscal por amortizaciones según el método lineal distinguiendo por activos, para cada empresa y año de análisis [Domínguez y López Laborda (1996)]:

– Para $t = 1990-1995$:

$$uz_{cjt} = u - \frac{1}{5} \left\{ \frac{1 - (1 + i_{jt}^p)^{-5}}{i_{jt}^p} \right\} \quad [3]$$

$$uz_{ejt} = u \frac{1}{7} \left\{ \frac{1 - (1 + i_{jt}^p)^{-7}}{i_{jt}^p} \right\} \quad [4]$$

– Para $t=1996-1998$:

$$uz_{cjt} = u \left\{ \frac{1 - (1 + i_{jt}^p)^{-1}}{i_{jt}^p} \right\} \quad [5]$$

$$uz_{ejt} = u \frac{1}{10} \left\{ \frac{1 - (1 + i_{jt}^p)^{-10}}{i_{jt}^p} \right\} \quad [6]$$

siendo i_{jt}^p el tipo de descuento utilizado que corresponde al tipo de interés efectivo nominal ponderado según fuentes de financiación de la j -ésima empresa obtenido a partir de la expresión [2] sin considerar las tasas de inflación. El subíndice c de las expresiones [3] y [5] representa el gasto corriente en I+D activado como inmovilizado inmaterial y el gasto de capital en maquinaria destinada a I+D, y el subíndice e de las expresiones [4] y [6] la inversión en edificios afectos a las actividades de I+D.

El valor actual final del ahorro fiscal por amortización utilizado para el cálculo del coste de capital de I+D se obtiene de la ponderación de las expresiones [3]-[4] y [5]-[6], con el supuesto de que el 90% de las inversiones en I+D corresponden a los gastos corrientes activados, el 6,4% a bienes de equipo, y el 3,6% a la inversión en edificios afectos a actividades de I+D¹⁵. La expresión final es:

$$uz_{jt} = 0,964uz_{cjt} + 0,036uz_{ejt} \quad [7]$$

2.4.2. Crédito fiscal por inversiones en I+D, h_{jt}

El crédito fiscal a la I+D supone asimismo una reducción del coste de la inversión en I+D. Consiste, en términos generales, en la posibilidad de aplicar deducciones en la cuota íntegra del impuesto sobre beneficios sobre una base fiscalmente permitida. Su valor efectivo puede variar dependiendo del porcentaje de deducción permitido y del diseño del incentivo (crédito global, incremental o mixto)¹⁶.

(15) En España la Encuesta de Innovación Tecnológica del INE permite diferenciar la composición entre gastos tangibles e intangibles [Marra (2004)], pero no la proporción del gasto en capital en maquinaria y en edificios, de forma que se ha optado finalmente por considerar esta ponderación al ser la utilizada en numerosos estudios [OCDE (1991), Parisi y Sembenelli (2003)], alguno de los cuales considera el caso español [Bloom *et al.* (2002)].

(16) El crédito fiscal global consiste en aplicar un porcentaje fijo sobre la totalidad del gasto en I+D del periodo. Es el sistema más fácil de aplicar para las empresas y supone menores costes de administración y gestión, lo que le convierte en el sistema recomendado a los países de la UE por la Comisión Europea (2003), si bien implica un mayor coste recaudatorio para los gobiernos. El crédito fiscal incremental consiste en aplicar un porcentaje fijo solamente sobre el incremento del gasto en I+D respecto a una determinada base. El problema de este sistema está en definir la base sobre la que se considerará el gasto marginal. Este sistema implica una mayor complejidad de apli-

La normativa española permitió hasta el RD 1622/1992 aplicar un crédito fiscal global (establecido por la Ley 27/1984) que diferenciaba entre activos intangibles y fijos afectos a actividades de I+D con porcentajes del 15% y del 30% respectivamente, con un límite máximo de deducción en la cuota del 25%. A partir de 1992, se utiliza el sistema de crédito fiscal mixto manteniendo la diferencia entre gastos intangibles y tangibles consistiendo en la aplicación de los porcentajes anteriores del 15% y el 30%, junto a la deducción adicional sobre el exceso del gasto respecto a la base móvil del gasto medio realizado en los dos ejercicios anteriores del 30% y el 45% respectivamente, manteniendo el mismo límite de deducción en la cuota y sin posibilidad de diferir la cantidad no deducida a ejercicios posteriores. Este esquema incentivador de crédito fiscal mixto se ha mantenido en la Ley 43/1995 que elimina la discriminación entre activos fijos e intangibles y establece una deducción por actividades de I+D en general del 20% de los gastos del periodo y una adicional del 40% sobre el gasto en I+D marginal que supere el gasto medio de los dos años anteriores, incrementándose asimismo el tope global de las deducciones al 35% de la cuota líquida y permitiendo la posibilidad adicional de diferir a los cinco años inmediatos y sucesivos las cantidades no deducidas en el ejercicio por superar el límite de la cuota. Este esquema incentivador ha ido introduciendo incrementos en los porcentajes de deducción y nuevas ventajas fiscales en normativas posteriores.

Conforme a la evolución de la normativa fiscal, para calcular la variable crédito fiscal efectivo de la expresión [1] se han supuesto bases imponibles positivas de las empresas en todos los años, un volumen de beneficios suficiente para aplicar la totalidad del crédito fiscal y la no existencia de restricciones a la deducción. Estos supuestos son utilizados en estudios similares [Mamuneas y Nadiri (1996)] debido a la ausencia de variables tributarias específicas que permitan tener en cuenta estas consideraciones¹⁷. Los datos disponibles permiten calcular el valor del crédito fiscal efectivo de cada empresa según su volumen de gasto en I+D y tamaño empresarial.

cación para las empresas y de control por parte de las administraciones tributarias, si bien es el más utilizado en los países que permiten el incentivo. Finalmente, el crédito fiscal mixto resulta de la combinación de los dos sistemas anteriores: consiste en aplicar un porcentaje de deducción menor sobre la media del gasto realizado en una serie de años (base móvil) y un porcentaje de deducción mayor sobre el incremento del gasto realizado respecto de esa base (aplicado actualmente en España y Portugal). En Bloom *et al.* (2001) se realiza un estudio de simulación para determinar el mejor diseño de crédito fiscal desde el punto de vista de coste-efectividad.

(17) En Bloom *et al.* (2002) se pone de manifiesto la dificultad de evaluar la efectividad de los incentivos fiscales al depender de la variación entre empresas debido a las diferentes posiciones fiscales (por ejemplo, por el hecho de que tengan bases imponibles negativas o cuota insuficiente para aplicar los incentivos), lo cual puede afectar a la dispersión de la tasa marginal efectiva del crédito fiscal. Evidentemente, estos supuestos pueden afectar a la dispersión, así como incrementar ligeramente el valor del coste de capital de I+D del periodo. No obstante, si se tiene en cuenta la posibilidad que establece la normativa española de compensar bases imponibles negativas en ejercicios posteriores y de trasladar hacia adelante deducciones en la cuota no aplicadas, este incremento se puede diluir en el tiempo determinando que los supuestos realizados no resulten ser significativos para los resultados del estudio.

Se llama BD_{jt} a la base con derecho a deducción en t de cada empresa (subíndice j) que incluye el gasto en personal, material, servicios externos y las amortizaciones de los bienes afectos a las actividades de I+D, y que excluye, desde 1992, el gasto en inversión en edificios afectos y el 65% de las subvenciones recibidas por este concepto que hayan sido imputadas como ingresos en el ejercicio¹⁸; $gmed_{jt}$ al gasto medio en I+D realizado en los periodos $(t-1)$ y $(t-2)$; y exc_{jt} a la diferencia $BD_{jt} - gmed_{jt}$, de forma que si $exc_{jt} < 0$ indica que la empresa ha invertido por debajo de la media de los dos años anteriores y aplica el porcentaje de deducción general sobre la base de deducción del periodo, y si $exc_{jt} > 0$ la empresa ha realizado un gasto marginal en I+D, de forma que aplica el porcentaje de deducción general sobre el gasto medio de los dos ejercicios anteriores y el tipo incremental sobre el gasto marginal. De forma que, el importe total de la deducción que puede practicar cada empresa (subíndice j) en cada uno de los años (subíndice t), es el siguiente:

– Para $t = 1990$ y 1991 (crédito fiscal global):

$$D_{jt}^1 = (0,90 * 0,15 + 0,10 * 0,30) BD_{jt}.$$

– Para $t = 1992-1995$ (crédito fiscal mixto con discriminación de gasto en I+D):

$$\text{Si } exc_{jt} < 0 \Rightarrow D_{jt}^1 = (0,90 * 0,15 + 0,10 * 0,30) BD_{jt}$$

$$\text{Si } exc_{jt} > 0 \Rightarrow D_{jt}^2 = (0,90 * 0,15 + 0,10 * 0,30) gmed_{jt} + (0,90 * 0,30 + 0,10 * 0,45) exc_{jt}.$$

Considerando que el 90% del gasto corresponde a intangibles y el 10% restante a tangibles.

– Para $t = 1996-1998$ (crédito fiscal mixto sin discriminación de gasto en I+D):

$$\text{Si } exc_{jt} < 0 \Rightarrow D_{jt}^1 = 0,20 BD_{jt}$$

$$\text{Si } exc_{jt} > 0 \Rightarrow D_{jt}^2 = 0,20 gmed_{jt} + 0,40 exc_{jt}$$

El cociente entre la deducción calculada y el gasto total en I+D de cada empresa y en cada año permite obtener el valor del crédito fiscal efectivo.

$$h_{jt} = \frac{D_{jt}^i}{gid_{jt}} \quad i = 1,2 \quad [8]$$

El cuadro 3 muestra las medias por tamaño empresarial y año del coste de capital de I+D con incentivos fiscales (expresión [1]) de la submuestra de empresas que realiza un gasto en I+D. Su valor decrece a lo largo del periodo como consecuencia de las modificaciones que han ido progresivamente mejorando la fiscalidad de este tipo de inversión, siendo relativamente menor para las pequeñas empresas. Los valores son similares a los aportados para España en Bloom *et al.* (2002, apéndice).

(18) Se considera que el 35% restante ya ha tributado al incluirse las subvenciones como ingresos en la base imponible del Impuesto sobre sociedades.

Cuadro 3: MEDIAS DEL COSTE DE CAPITAL DE I+D CON INCENTIVOS FISCALES POR TAMAÑO EMPRESARIAL Y AÑOS. EMPRESAS QUE REALIZAN ACTIVIDADES DE I+D

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Nº trabajadores	<i>p</i>	<i>p</i>	<i>p</i>	<i>p</i>	<i>p</i>	<i>p</i>	<i>p</i>	<i>p</i>	<i>p</i>
10-20	25,8	26,4	23,6	23,4	22,6	22,4	19,7	18,3	18,8
21-50	26,0	28,0	23,1	24,3	24,5	24,0	19,9	19,2	18,9
51-100	26,8	26,2	25,3	25,0	23,8	24,1	19,8	18,9	20,0
101-200	26,8	28,8	24,3	25,4	24,6	24,8	21,1	19,5	21,6
<i>Menos de 200</i>	26,3	27,5	23,9	24,5	24,1	24,1	20,3	19,1	20,0
201-500	26,1	32,7	24,9	25,2	24,2	24,8	21,3	32,0	21,9
> 500	26,4	32,6	33,4	24,9	31,2	24,7	21,5	21,9	21,6
<i>Más de 200</i>	26,3	32,6	28,1	25,1	26,9	24,8	21,3	27,8	21,7

Nota: Los datos se expresan en porcentajes.

p: Coste de capital de I+D con incentivos fiscales (expresión [1]).

Elaboración propia.

En comparación, el cuadro 4 muestra las medias del coste de capital de I+D sin considerar los incentivos fiscales [expresión [1] sin el paréntesis (*1-uz-h*)]. Los valores son claramente más elevados y ponen de manifiesto que la inversión está efectivamente subvencionada y que existe una relación inversa entre beneficios fiscales por I+D y coste de capital.

Cuadro 4: MEDIAS DEL COSTE DE CAPITAL DE I+D SIN INCENTIVOS FISCALES POR TAMAÑO EMPRESARIAL Y AÑOS

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Nº trabajadores	<i>psif</i>	<i>psif</i>	<i>psif</i>	<i>psif</i>	<i>psif</i>	<i>psif</i>	<i>psif</i>	<i>psif</i>	<i>psif</i>
10-20	45,3	46,2	47,6	48,0	47,8	47,3	48,4	49,7	49,3
21-50	46,1	45,8	46,7	48,3	47,8	47,4	47,9	49,4	48,9
51-100	46,6	46,5	47,9	48,2	47,1	46,9	48,1	49,4	49,2
101-200	46,6	46,4	47,1	47,7	47,6	47,3	47,9	49,3	49,4
<i>Menos de 200</i>	46,6	46,1	47,2	48,0	47,6	47,3	48,0	49,4	49,2
201-500	46,2	46,3	47,1	47,8	47,5	47,3	48,0	49,6	49,0
> 500	46,6	46,5	47,4	47,8	47,2	47,2	48,2	49,5	49,1
<i>Más de 200</i>	46,3	46,4	47,2	47,8	47,3	47,2	48,0	49,6	49,1

Nota: Los datos se expresan en porcentajes.

psif: Coste de capital de I+D sin incentivos fiscales [expresión [1] sin el paréntesis (*1-uz-h*)].

Elaboración propia.

3. MODELO ECONOMETRICO

A través del estudio econométrico se pretende evaluar el impacto sobre la inversión de los incentivos fiscales a la I+D aplicados en la normativa española. Se analizan dos decisiones: la probabilidad de llevar a cabo o no actividades de I+D, y el esfuerzo tecnológico condicionado a las empresas que llevan a cabo este tipo de actividad.

La variable relevante en ambas decisiones es el coste de capital de I+D considerando los incentivos fiscales. El primer problema que se plantea es el hecho de que esta variable es solamente observable para aquellas empresas que realizan efectivamente un gasto en I+D y no se dispone de esta información en aquellas que no realizan la actividad. Considerando que lo que realmente interesa a las empresas en su toma de decisiones sobre hacer o no I+D es esta variable, se ha optado entonces por estimar el coste del capital inobservado de las empresas que no realizan I+D bajo el supuesto de que realizan un gasto en I+D referido a la media sectorial del gasto y el tamaño empresarial de las que sí llevan a cabo la actividad. De esta forma, para las empresas de las que se dispone información esta variable se sustituye por el valor calculado de la expresión [1], en tanto que para las que no realizan I+D este valor se aproxima por el correspondiente al del entorno (sector y tamaño) al cual pertenecen sustituyendo en [1] las variables ahorro fiscal por amortización y crédito fiscal por sus valores estimados, uz^e y h^e , respectivamente. La variable se define como:

$$p_{jt} = \begin{cases} \frac{(r_{jt} + \delta)(1 - uz_{jt} - h_{jt})}{(1 - u)} - \delta & j \in \{j | sgid^*_{jt} > 0\} \\ \frac{(r_{jt} + \delta)(1 - uz^e_{jt} - h^e_{jt})}{(1 - u)} - \delta & \text{en otro caso} \end{cases}$$

El cuadro 5 muestra las medias por tamaño empresarial y año de la variable estimada.

Un segundo problema viene determinado por el hecho de que la variable coste de capital con incentivos fiscales (calculada y estimada), además de los errores de medida que le afectan, está determinada simultáneamente con el nivel de gasto en I+D, lo cual genera un problema de endogeneidad que determina que los estimadores sean inconsistentes en las dos decisiones¹⁹. Para resolver este problema se ha optado por aplicar el método de variables instrumentales (2SLS), utilizando los instrumentos adecuados que permitan identificar el efecto de la variable explicativa endógena.

(19) La realización del Test de Hausman [Wooldridge (2001, pág. 118)] confirma la endogeneidad de la variable al resultar significativo (estadístico t) el coeficiente de los residuos procedentes de las regresiones MCO de la variable explicativa endógena (el coste de capital de I+D con incentivos fiscales de todas las empresas y de la muestra seleccionada) sobre los instrumentos utilizados.

Cuadro 5: MEDIAS DEL COSTE DE CAPITAL DE I+D CON INCENTIVOS FISCALES ESTIMADO POR TAMAÑO EMPRESARIAL Y AÑO. EMPRESAS QUE NO REALIZAN ACTIVIDADES DE I+D

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Nº trabajadores	p^{est}	p^{est}	p^{est}	p^{est}	p^{est}	p^{est}	p^{est}	p^{est}	p^{est}
10-20	23,7	23,6	20,7	23,1	22,4	24,1	21,7	22,3	21,1
21-50	23,6	23,7	20,6	23,0	22,3	23,9	21,6	22,1	21,2
51-100	23,6	23,5	20,9	22,8	21,8	23,8	21,6	22,1	21,5
101-200	24,0	23,6	22,2	23,8	23,2	23,5	21,6	22,1	20,9
Menos de 200	23,6	23,6	20,8	23,1	22,4	23,9	21,6	22,2	21,1
201-500	24,1	24,0	22,3	22,5	22,6	22,1	20,5	21,4	20,7
> 500	23,7	23,8	21,0	21,6	21,9	21,9	20,4	21,2	21,6
Más de 200	24,0	24,0	22,1	22,4	22,4	22,0	20,4	22,0	21,0

Nota: Los datos se expresan en porcentajes.

p^{est} : Coste de capital estimado de las empresas que no realizan I+D.

Elaboración propia.

Por otra parte, la existencia de empresas con un gasto en I+D nulo invalida los métodos de estimación tradicionales por MCO que reportarían estimadores sesgados e inconsistentes. Por ello, la regresión se realiza utilizando un modelo de selección en dos etapas [Heckman (1979)]. Se considera en una primera etapa una variable latente de participación ($sgid^*$) que se estima mediante un modelo *Probit* que explica la probabilidad de realizar actividades de I+D. Esta variable es función de las variables explicativas sector, tamaño y tiempo y el coste de capital de I+D con incentivos fiscales (calculado y estimado) considerando la endogeneidad (2SLS). En segundo lugar, existe otra variable latente (idv^*) que establece la cantidad gastada en I+D por las empresas que realizan la actividad, la cual se especifica como una función lineal de otro conjunto de regresores (*dummies* de sector, tamaño y tiempo) que incluye el valor de la variable coste de capital de I+D con incentivos fiscales calculada y la estimación del inverso del ratio de Mill (para determinar la existencia o no de un problema de selección). Esta ecuación se estima mediante 2SLS. El modelo utilizado es el siguiente:

$$sgid^* = z_{jt} \alpha + v_{jt} \quad v_{jt} \rightarrow N(0, \sigma_v^2) \quad [9]$$

$$idv^* = x_{jt} \beta + e_{jt} \quad e_{jt} \rightarrow N(0, \sigma_e^2) \quad [10]$$

$$idv = idv^* \quad si \quad sgid^* > 0$$

$$idv = 0 \quad en \quad otro \quad caso$$

La consideración de diferentes tamaños empresariales amplía el conjunto de regresores en las dos decisiones mediante la incorporación de las variables *dempp*, variable binaria que adopta el valor 1 si la empresa tiene menos de 200 trabajadores y 0 en caso contrario, y la variable interacción p^*dempp que es el coste de capital de las empresas pequeñas y eliminando las *dummies* de tamaño.

Por otra parte, se considera que los aspectos financieros juegan un papel importante en las decisiones de inversión y en la eficacia de los incentivos fiscales a la I+D. Las empresas, para poder hacer uso del ahorro fiscal, han de invertir, por lo que en principio, los incentivos fiscales no ayudarán a realizar proyectos de I+D en aquellas empresas que no dispongan de liquidez suficiente por estar financieramente restringidas, limitando así su efecto. El modelo se amplía con el fin de analizar el efecto que tiene el *cash flow* (como indicador de la existencia o no de restricciones de liquidez) en las decisiones de inversión y el volumen de gasto en I+D²⁰, incluyendo en el modelo original las variables explicativas *dcfvp*, variable binaria que adopta el valor 1 si la empresa tiene un *cash flow* positivo y 0 en caso contrario, y la variable interacción coste de capital de las empresas sin restricciones de liquidez, p^*dcfvp , con el fin de determinar el papel que desempeñan las restricciones financieras en las decisiones a analizar.

Finalmente, se ha analizado el efecto de las modificaciones en el incentivo introducidas por la Ley 43/95 y aplicadas a partir del año 1996 (libertad de amortización y crédito fiscal mixto sobre los gastos de I+D incluidos en la definición fiscal) mediante la eliminación de las *dummies* temporales y la incorporación de la variable binaria *d9698* que toma el valor 1 en el periodo 1996-1998 y 0 en el periodo 1990-1995, y la variable interacción p^*d9698 , coste de capital de las empresas en el periodo 1996-1998.

Dada la endogeneidad de la variable coste de capital con incentivos fiscales es razonable suponer que las variables interacción con el coste de capital con incentivos son también endógenas, lo cual lleva de nuevo a considerar la utilización de variables instrumentales en las regresiones y estimar por 2SLS.

4. RESULTADOS

En el cuadro 6 se presentan los resultados del modelo de selección inicial. La columna 1 ofrece los resultados de la regresión del modelo *Probit* que estima la probabilidad de realizar actividades de I+D considerando como variable dependiente la variable binaria *sgid** con valor 1 si la empresa ha realizado un gasto en I+D, y 0 en otro caso. La regresión incluye las variables explicativas *dummies* sector, tamaño y tiempo y el valor predicho de la variable coste de capital de I+D con incentivos fiscales $[\hat{\beta}]$ para las empresas de la muestra válida. La columna 2 ofrece información sobre los efectos marginales de los coeficientes y el estadístico *t* obtenido a partir del cálculo de los errores estándar de los efectos marginales. Se observa, en primer lugar, la existencia de una elevada heterogeneidad sectorial.

(20) Existen estudios previos que señalan la existencia de una relación positiva entre el *cash flow* y el volumen de inversión en I+D. Entre ellos, los de Hall (1992) para la economía americana, Parisi y Sembenelli (2003) para Italia o Toivanen y Niininem (2000) para Finlandia.

Los sectores de Productos químicos, Maquinarias agrícolas e industriales y Material y accesorios eléctricos resultan ser los más innovadores, al contrario que los sectores Carne, preparados y conserva, Papel e impresión y Madera y muebles de madera. En segundo lugar, el tamaño tiene impacto en la realización o no de actividades tecnológicas. La probabilidad de realizar actividades de I+D está fuertemente relacionada con el tamaño empresarial y aumenta conforme se incrementa el tamaño de las empresas. Respecto a la variable relevante $\hat{\beta}$, su coeficiente mide la respuesta de la probabilidad de realizar actividades de I+D respecto a su precio. Su signo, tamaño y significatividad permite analizar el grado de eficacia de la política pública que trata de incentivar esta actividad. Tal y como se pensaba, el valor del coeficiente es negativo y significativo, mostrando un incremento en media de la probabilidad de realizar actividades de I+D ante la reducción del coste de capital.

Cuadro 6: EFECTO DEL COSTE DE CAPITAL DE I+D SOBRE LA DECISIÓN DE REALIZACIÓN Y ESFUERZO TECNOLÓGICO
 Probit. Variable dependiente: variable binaria gasto en I+D (gid)
 2SLS. Variable dependiente: $\ln(\text{gasto I+D}) - \ln(\text{ventas})$

	PROBIT	PROBIT (efectos marginales)	2SLS
Constante	1,7 (4,3)	-	-7,1 (-7,9)
Sector			
1. Productos minerales no metálicos.	- (-)	- (-)	- (-)
2. Metales féreos y no féreos.	-0,35 (-1,4)	-11,6 (-1,3)	0,15 (0,9)
3. Productos químicos.	0,75 (3,1)	29,1 (3,3)	1,37 (9,1)
4. Productos metálicos.	-0,14 (-0,6)	-4,9 (-1,2)	0,54 (3,4)
5. Maquinarias agrícolas e industriales.	0,6 (2,5)	23,0 (2,7)	1,03 (6,4)
6. Maquinarias oficina y proceso de datos.	0,37 (1,1)	14,0 (1,2)	1,09 (4,6)
7. Material y accesorios eléctricos.	0,42 (1,7)	16,2 (1,8)	1,4 (9,4)
8. Vehículos automóviles y motores.	0,03 (0,1)	0,9 (0,1)	0,87 (5,6)
9. Otro equipo de transporte.	-0,40 (-1,4)	-12,9 (-1,3)	1,61 (7,8)
10. Carne, preparados y conserva.	-0,84 (-2,8)	-23,4 (-2,2)	-0,68 (-2,8)
11. Productos alimenticios y tabaco.	-0,46 (-2,0)	-14,9 (-1,8)	-0,61 (-3,7)
12. Bebidas.	-0,60 (-1,7)	-18,1 (-1,4)	-0,61 (-2,8)
13. Textiles y vestidos.	-0,45 (-1,8)	-14,8 (-1,7)	0,51 (3,4)
14. Cuero, piel y calzado.	0,06 (0,2)	2,4 (0,25)	0,51 (2,5)
15. Madera y muebles de madera.	-0,51 (-2,1)	-16,1 (-1,8)	-0,34 (-1,5)
16. Papel e impresión.	-0,69 (-2,6)	-20,8 (-2,2)	-0,04 (-0,2)
17. Productos de caucho y plástico.	0,02 (0,1)	0,7 (0,1)	0,44 (2,7)
18. Otros productos manufacturados.	0,04 (0,01)	0,1 (-0,0)	0,61 (2,7)
Tamaño			
- 10 -20 trabajadores.	- (-)	- (-)	- (-)
- 21-50 trabajadores.	0,39 (5,1)	14,9 (5,3)	-0,14 (-1,2)
- 51-100 trabajadores.	0,83 (6,8)	32,4 (7,3)	0,17 (1,1)
- 101-200 trabajadores.	1,31 (12,6)	49,2 (12,9)	0,11 (0,7)
- 201-500 trabajadores.	1,93 (20,5)	66,3 (19,2)	0,20 (1,1)
- > 500 trabajadores.	2,34 (18,5)	70,5 (15,1)	0,04 (0,2)

Cuadro 6: EFECTO DEL COSTE DE CAPITAL DE I+D SOBRE LA DECISIÓN DE REALIZACIÓN Y ESFUERZO TECNOLÓGICO (continuación)
Probit. Variable dependiente: variable binaria gasto en I+D (gid)
2SLS. Variable dependiente: ln (gasto I+D) – ln (ventas)

	PROBIT	PROBIT (efectos marginales)	2SLS
Constante	1,7 (4,3)	-	-7,1 (-7,9)
Año			
– 1990	- (-)	- (-)	- (-)
– 1991	-0,27 (-1,4)	-9,3 (-1,3)	-0,58 (-2,7)
– 1992	-0,26 (-1,4)	-9,0 (-1,3)	-0,48 (-2,3)
– 1993	-0,14 (-0,7)	-4,9 (-0,7)	-0,26 (-1,3)
– 1994	-0,25 (-1,2)	-8,5 (-1,2)	-0,33 (-1,6)
– 1995	-0,31 (-1,6)	-10,4 (-1,5)	-0,36 (-1,7)
– 1996	-0,63 (-3,10)	-19,8 (-2,7)	-0,63 (-2,7)
– 1997	-0,55 (-2,8)	-17,5 (-2,4)	-0,59 (-2,5)
– 1998	-0,63 (-3,2)	-19,7 (-2,3)	-0,62 (-2,6)
$\hat{p}^{(1)}$	-10,4 (-9,8)	-3,76 (-9,9)	-
$Ln(\hat{p})^{(2)}$	-	-	-1,20 (-2,2)
$\hat{\lambda}$	-	-	0,42 (3,0)
Nº observaciones	9017	9017	3381
R ² (g.l.)			0,17 (3348)
Test de Sargan (g. l.)			0,047 (1)

Notas: Entre paréntesis: estadísticos t robustos de heterocedasticidad.

(1): Instrumentos: coste capital I+D sin incentivos fiscales, crédito fiscal.

(2): Instrumentos: coste de capital I+D sin incentivos fiscales, valor actual del ahorro fiscal por amortización.

El valor de la elasticidad de la probabilidad de realización de I+D respecto del precio de la I+D²¹ (cuadro 7) es elevado (-2,5) y pone de manifiesto el efecto positivo sobre la decisión de realización de actividades de I+D de la reducción de su coste, y la efectividad de los incentivos fiscales para estimular la realización de estas actividades. Este resultado es superior a los obtenidos en el trabajo de Parisi y Sembenelli (2003) para Italia (0,39-0,42 en valor absoluto).

(21) El valor de la elasticidad de la probabilidad de realizar I+D se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\epsilon_i = \frac{\bar{p}}{P(\bar{sgid}^*)} \cdot \frac{\partial P(\bar{sgid}^*)}{\partial p} = \frac{\bar{p}}{P(\bar{sgid}^*)} \alpha_i, \text{ donde } \bar{p} \text{ es la media total del coste del capital con incentivos}$$

fiscales a la I+D y $P(\bar{sgid}^*)$ la media de la probabilidad.

Cuadro 7: ELASTICIDADES (ERRORES ESTÁNDAR)

Probabilidad (empresas con y sin gasto en I+D)	
ε_1 : toda la muestra.	- 2,5 (0,25)
ε_2 : empresas de menos de 200 trabajadores.	-2,7 (0,18)
ε_3 : empresas de más de 200 trabajadores.	-1,8 (0,11)
ε_4 : empresas con restricciones de liquidez.	-2,9 (0,48)
ε_5 : empresas sin restricciones de liquidez.	0,5 (1,8)
ε_6 : periodo 1990-1995.	-2,2 (0,16)
ε_7 : periodo 1996-1998.	-3,5 (0,25)
Esfuerzo Tecnológico (empresas con gasto en I+D>0)	
η_1 : total de empresas.	- 1,2 (0,65)
η_2 : empresas que realizan I+D de menos de 200 trabajadores.	-1,4 (0,80)
η_3 : empresas que realizan I+D de más de 200 trabajadores.	-1,6 (0,86)
η_4 : empresas que realizan I+D con restricciones de liquidez.	-2,1 (0,52)
η_5 : empresas que realizan I+D sin restricciones de liquidez.	0,83 (0,98)
η_6 : periodo 1990-1995.	-3,7 (2,5)
η_7 : periodo 1996-1998.	-1,8 (0,6)

Nota: Los errores estándar de las elasticidades del coste de capital de I+D respecto a las variables interacción se han calculado a partir de los coeficientes aplicando el método delta.

Al realizar la regresión diferenciando por tamaños empresariales (cuadro 8, columnas 1 y 2), la suma del efecto de la variable coste de capital y la variable interacción coste de capital de las empresas pequeñas, \hat{p}^*dempp , incrementa el valor del impacto para este tamaño empresarial. El valor de la elasticidad de la probabilidad respecto al precio de la I+D (ver cuadro 7) aumenta en el caso de las empresas de menos de 200 trabajadores (-2,7) y disminuye para las grandes empresas (-1,8).

La columna 3 del cuadro 6 presenta los coeficientes de la regresión 2SLS del modelo de selección considerando la variable dependiente logaritmo del esfuerzo tecnológico (gasto total de I+D entre ventas totales) sobre las *dummies* sector, tamaño y tiempo, el valor predicho del logaritmo del coste de capital de I+D de la submuestra de empresas innovadoras y la inversa de la razón de Mill. Al igual que en la decisión de realización se observa una elevada heterogeneidad sectorial, destacando especialmente el sector Otros equipos de transporte, agrupación sectorial que incluye a las empresas dedicadas a la construcción y reparación de aeronaves, poco numerosas pero altamente innovadoras, el cual presenta el mayor esfuerzo tecnológico, pese a tener una respuesta negativa en la probabilidad de realizar I+D²². El coeficiente de la variable explicativa relevante, $\ln(\hat{p})$, es negativo y sig-

(22) Destacan asimismo el sector de Textiles y vestido, que presenta un esfuerzo tecnológico positivo y significativo pese a tener una respuesta negativa en la probabilidad y los sectores Cuero, piel

Cuadro 8: EFECTO DEL COSTE DE CAPITAL DE I+D SOBRE LA DECISIÓN DE REALIZACIÓN Y ESFUERZO TECNOLÓGICO. EMPRESAS DE MENOS DE 200 TRABAJADORES
 Probit. Variable dependiente: variable binaria gasto en I+D (gid)
 2SLS. Variable dependiente: ln (gasto I+D) – ln (ventas)

	PROBIT	PROBIT (efectos marginales)	2SLS
$\hat{\rho}^{(1)}$	-7,4 (-5,1)	-2,74 (-5,2)	–
$\hat{\rho}^*demp^{(1)}$	-3,8 (-2,7)	-1,41 (-2,6)	–
$demp$	-1,5 (-21,6)	-0,55 (-20,5)	-0,14 (-1,8)
$Ln(p)^{(2)}$	–	–	-1,65 (-3,1)
$ln(\hat{\rho}^*demp)^{(2)}$	–	–	0,24 (1,8)
$\hat{\lambda}$			0,38 (1,9)
<i>Dummies</i> de sector	sí		sí
<i>Dummies</i> de tamaño	no		no
<i>Dummies</i> temporales	sí		sí
Nº observaciones	9017	9017	3381
R^2 (g.l.)			0,17 (3351)
Test de Sargan (g.l.)			2,3 (3)

Notas: Entre paréntesis: estadísticos *t* robustos de heterocedasticidad.

$\hat{\rho}^*demp$: coste de capital con incentivos fiscales de las empresas de menos de 200 trabajadores.

$demp$: variable binaria que toma el valor 1 si la empresa tiene menos de 200 trabajadores y 0 en caso contrario.

(1): Instrumentos: coste capital I+D sin incentivos fiscales, crédito fiscal, valor actual ahorro por amortización, fondos propios sobre pasivo.

(2): Instrumentos: coste de capital I+D sin incentivos fiscales, crédito fiscal, valor actual del ahorro fiscal por amortización, fondos propios sobre pasivo, cash flow sobre ventas.

nificativo. Su valor muestra la elasticidad del esfuerzo tecnológico respecto al precio de la I+D y refleja una respuesta positiva y mayor que la unidad del esfuerzo tecnológico respecto a la reducción en el coste de la I+D inducida por los incentivos fiscales (-1,2). El test de sobreidentificación de instrumentos robusto a heterocedasticidad [Wooldridge (2001, pág. 123)] muestra la bondad de los instrumentos utilizados.

Al contrario que en la decisión de realización de actividades de I+D, la elasticidad del esfuerzo respecto al precio de la I+D es mayor en las grandes empresas (-1,6) que en las pequeñas (-1,4), si bien supera la unidad en los dos tamaños empresariales confirmando la eficacia de los incentivos fiscales como estímulo a

y calzado, Productos de caucho y plástico y Otros productos manufacturados presentan coeficientes positivos y significativos en el esfuerzo tecnológico pese a ser sectores en los que la respuesta en la probabilidad es reducida y no significativa, y en general poco innovadores.

la inversión (cuadro 8: columna 3 y cuadro 7). Estos resultados se encuentran en la línea de los estudios empíricos más actuales sobre la eficacia de los incentivos fiscales, reforzando la evidencia más reciente acerca de la eficacia de estos instrumentos para estimular el esfuerzo tecnológico desarrollado por las empresas²³.

El cuadro 9 presenta los resultados de las regresiones considerando la existencia de restricciones de liquidez. La columna 1 ofrece los resultados de la regresión del modelo *probit* que estima la probabilidad de realizar actividades de I+D (variable dependiente *sgid**) respecto a las variables explicativas incluyendo la variable binaria *dcfvp* y el valor predicho de la variable coste de capital de I+D con incentivos fiscales de las empresas sin restricciones financieras (\hat{p}^*dcfvp). Los efectos marginales de los coeficientes y su significatividad se muestran en la columna 2. Se observa que la suma del efecto de la variable coste de capital con incentivos fiscales junto con el de la variable interacción reduce el valor del impacto, lo que indica una menor eficacia de los incentivos fiscales en la decisión de realización de actividades de I+D cuanto menor es el grado de restricción financiera de la empresa, al contrario que en la hipótesis planteada.

El valor de la elasticidad de la probabilidad de realización de I+D respecto del precio de la I+D (cuadro 7) es elevado (-2,9) en el caso de las empresas con restricciones de liquidez, mostrando una mayor efectividad sobre estas empresas. La elasticidad de la probabilidad de las empresas sin restricciones de liquidez resulta ser no significativamente distinta de cero.

La columna 3 del cuadro 9 presenta los coeficientes de la regresión 2SLS de la variable dependiente logaritmo del esfuerzo tecnológico $\ln(idv^*)$, incluyendo las variables *dcfvp* y el valor predicho de la variable logaritmo del coste de capital de I+D de las empresas sin restricciones de liquidez $\ln(\hat{p}^*dcfvp)$. El valor del coeficiente de la variable interacción incrementa también en valor absoluto el efecto de los incentivos fiscales sobre el esfuerzo tecnológico de las empresas sin restricciones de liquidez, lo que viene a reforzar el hecho de que a menor grado de restricción financiera, menor es el efecto de los incentivos fiscales sobre la inversión. El test de sobreidentificación muestra asimismo la idoneidad de los instrumentos utilizados.

(23) En general, la mayor parte de los estudios que se desarrollaron en los ochenta sugirieron un pequeño impacto del gasto en I+D ante variaciones en su precio (valores de la elasticidad precio de la I+D cercanos a 0,5). Por el contrario, en los estudios empíricos más recientes se obtiene una considerable respuesta en la inversión en I+D ante los incentivos fiscales con valores de elasticidad próximos o superiores a la unidad [Hines (1993): de -1,2 a -1,6, Baily y Lawrence (1992): de -1 a -1,4, Hall (1993) y Berger (1993): de -1,0 a -1,5, Mamuneas y Nadiri (1996): de -0,95 a -1,0, todos referidos a la economía americana; Parisi y Sembenelli (2003) para Italia: de -1,5 a -1,77, y -2,01 en periodos de recesión económica; Bloom *et al.* (2002) para nueve países de la OCDE: -1,1 en el largo plazo]. En España, Marra (2004), considerando una muestra de 189 empresas manufactureras que realizan I+D de forma estable y sistemática, obtiene valores de elasticidad demanda-precio de I+D de -0,601 y -0,794 en pequeñas y grandes empresas, respectivamente. En la revisión de estudios de Hall y Van Reenen (2002) se concluye señalando que, a pesar de los resultados dispares, la reducción del precio de la I+D en una unidad produce un aumento en una unidad o más del gasto en I+D. En general, la mediana de la elasticidad de los estudios es de -0,85 y la media de -0,81 [Comisión Europea (2003)].

De forma general, los resultados son comparables a los de Bond *et al.* (1999), para Reino Unido y Alemania, en el sentido de considerar que las restricciones financieras afectan más a la decisión de llevar a cabo actividades de I+D que al nivel de I+D. Los autores concluyen indicando que las empresas con restricciones de liquidez serían las más afectadas por la ausencia de incentivos fiscales en las dos decisiones. En Toivanen y Niininen (2000), respecto a las subvenciones a la I+D en un estudio aplicado a una muestra de empresas finlandesas, se comprueba que la existencia de restricciones de liquidez en las empresas favorece la complementariedad de las subvenciones con la financiación privada de las empresas y por el contrario, favorece la sustituibilidad en las inversiones en I+D de las empresas que no se enfrentan a restricciones, por lo que las subvenciones deberán ir especialmente dirigidas a empresas parcialmente restringidas. Asimismo, en González *et al.* (2005), al relacionar el esfuerzo tecnológico de una muestra representativa de empresas manufactureras españolas y las subvenciones a la I+D recibidas, se detecta que las pequeñas y medianas empresas, generalmente las que soportan más restricciones de liquidez, serían las que en mayor medida sufrirían la ausencia de subvenciones.

Cuadro 9: EFECTO DEL COSTE DE CAPITAL DE I+D SOBRE LA DECISIÓN DE REALIZACIÓN Y ESFUERZO TECNOLÓGICO. *EMPRESAS SIN RESTRICCIONES DE LIQUIDEZ*
 Probit. Variable dependiente: variable binaria gasto en I+D (gid)
 2SLS. Variable dependiente: $\ln(\text{gasto I+D}) - \ln(\text{ventas})$

	PROBIT	PROBIT (efectos marginales)	2SLS
$\hat{\rho}^{(1)}$	-15,0 (-12,0)	-5,4 (-12,3)	–
$\hat{\rho}^*dcfvp^{(1)}$	29,9 (8,5)	10,8 (8,6)	
$dcfvp$	0,02 (0,3)	0,0 (0,3)	-0,13 (-2,1)
$\ln(p)^{(2)}$			-2,12 (-2,6)
$\ln(pcfvp)^{(2)}$			2,93 (2,7)
$\hat{\lambda}$			0,12 (1,8)
<i>Dummies</i> de sector	sí		sí
<i>Dummies</i> de tamaño	sí		sí
<i>Dummies</i> temporales	sí		sí
Nº observaciones	9017	9017	3381
$R^2(\text{g.l.})$			0,17 (3348)
Test de Sargan (g.l.)			0,372 (2)

Notas: Entre paréntesis: estadísticos *t* robustos de heterocedasticidad.

$\hat{\rho}^*dcfvp$: Coste de capital de las empresas sin restricciones de liquidez.

$dcfvp$: Variable binaria que toma el valor 1 si la empresa no tiene restricciones de liquidez y cero en caso contrario.

(1): Instrumentos: crédito fiscal, valor actual del ahorro fiscal por amortización.

(2): Instrumentos: crédito fiscal, valor actual del ahorro fiscal por amortización, coste de capital sin incentivos fiscales.

Finalmente, el cuadro 10 muestra los resultados del modelo de selección considerando las modificaciones fiscales más beneficiosas respecto a las inversiones en I+D introducidas a partir de 1996. Para ello se han eliminado las *dummies* temporales e introducido en las regresiones la variable binaria *d9698*, que adopta el valor 1 en el periodo 1996-1998 y 0 en el resto, y la variable interacción p^*d9698 , coste de capital con incentivos de las empresas en el periodo 1996-1998. En la columna 2 se observa que el valor del coeficiente de la variable interacción incrementa el efecto de la variable coste de capital. La mayor elasticidad de la probabilidad a partir del periodo en que aumenta la generosidad fiscal de los incentivos (ver cuadro 7) pone de manifiesto la importancia que tiene el diseño del incentivo en el objetivo de estimular la realización de actividades de I+D y evidencia la importancia de los parámetros fiscales para influir en el comportamiento empresarial. Asimismo, es mayor el impacto sobre el esfuerzo tecnológico de un aumento de la generosidad fiscal.

Cuadro 10: EFECTO DEL COSTE DE CAPITAL DE I+D SOBRE LA DECISIÓN DE REALIZACIÓN Y ESFUERZO TECNOLÓGICO. *VARIACIÓN DE LOS INCENTIVOS FISCALES EN EL PERIODO*

Probit. Variable dependiente: variable binaria gasto en I+D (gid)
2SLS. Variable dependiente: $\ln(\text{gasto I+D}) - \ln(\text{ventas})$

	PROBIT	PROBIT (efectos marginales)	2SLS
$\hat{p}^{(1)}$	-9,1 (-8,3)	-3,3 (-8,4)	-
$\hat{p}^*d9698^{(1)}$	-3,4 (-3,9)	-1,2 (-3,9)	
<i>d9698</i>	0,43 (2,1)	0,16 (2,2)	-0,55 (-2,5)
$\ln(p)^{(2)}$			-3,75 (-2,5)
$\ln(\hat{p}^*d9698)^{(2)}$			2,98 (1,9)
$\hat{\lambda}$			0,36 (2,7)
<i>Dummies</i> de sector	sí		sí
<i>Dummies</i> de tamaño	sí		sí
<i>Dummies</i> temporales	no		no
Nº observaciones.	9017	9017	3381
$R^2(\text{g.l.})$			0,17 (3354)
Test de Sobreidentificación (g.l.)			1,87 (2)

Entre paréntesis: estadísticos *t* robustos de heterocedasticidad.

\hat{p}^*d9698 : Coste de capital con incentivos fiscales de las empresas en el periodo 1996-1998.

d9698: Variable binaria que toma el valor 1 para el periodo 1996-1998 y 0 en el periodo 1990-1995.

(1): Instrumentos: crédito fiscal, valor actual del ahorro fiscal por amortización, coste de capital sin incentivos fiscales.

(2): Instrumentos: coste financiero real efectivo ponderado, valor actual del ahorro fiscal por amortización, *cash flow* sobre ventas y fondos propios sobre pasivo.

Concluyendo, los resultados muestran un impacto general positivo del incentivo fiscal a la I+D que parece ser más eficaz en la decisión de realizar la actividad, sobre todo en las pequeñas empresas, que en la del esfuerzo tecnológico desarrollado. En segundo lugar, la eficacia de los incentivos fiscales se incrementa en el caso de empresas que presentan restricciones financieras. Finalmente, un aumento de la generosidad fiscal tiene un impacto positivo tanto sobre la decisión de llevar a cabo actividades de I+D como sobre la intensidad del gasto realizado. Estos resultados permiten reflexionar sobre la dirección en el diseño de los incentivos fiscales a la I+D.

5. CONCLUSIONES

Este estudio ha tratado de obtener evidencia de la eficacia de los incentivos fiscales a la I+D previstos en la normativa española sobre las decisiones empresariales de realización de la inversión y el esfuerzo tecnológico de las empresas que invierten.

La base de datos de panel ESEE se ha considerado la más adecuada para aproximar y calcular las variables necesarias, e incluso superar las limitaciones que presentan estudios anteriores referidos a la misma problemática.

Las conclusiones básicas del modelo neoclásico de inversión se utilizan como marco teórico para comprobar empíricamente los resultados. El ejercicio realizado calcula la variable coste de capital de I+D considerando los recientes incentivos fiscales, que se aplica a un marco econométrico en el cual se analizan las decisiones de realización y esfuerzo.

Los resultados coinciden con el modelo teórico al poner de manifiesto una relación inversa de la inversión con el coste de capital de I+D reducido por los incentivos fiscales, que parece mostrarse mayor en la decisión de realización, sobre todo en las pequeñas empresas, que en la del esfuerzo tecnológico. El valor de la elasticidad del esfuerzo tecnológico respecto al coste de capital de I+D muestra en valor absoluto un valor superior a la unidad, poniendo de manifiesto la efectividad de los incentivos fiscales en la línea de los más recientes estudios a nivel internacional. Por otra parte se observa que la eficacia de los incentivos en ambas decisiones se incrementa en el caso de empresas con restricciones de liquidez, disminuyendo conforme menor es el grado de restricción. Asimismo, una política de mejora de los incentivos fiscales a las actividades de I+D mejora el efecto del impacto en las dos decisiones.

Esto pone de manifiesto la conveniencia de mantener los incentivos fiscales y de aumentar la generosidad fiscal en pequeñas y medianas empresas así como en las de reciente creación, con el fin de estimular la inversión en este tipo de actividades. Asimismo, y de acuerdo con las recomendaciones de la Comisión Europea (2003), la política de los incentivos fiscales se debe mantener en el tiempo con el fin de reducir incertidumbre en los presupuestos de I+D de las empresas.

Las conclusiones, no obstante, han de interpretarse con cautela debido a los supuestos utilizados, siempre justificados por la escasez o ausencia de datos que permitieran precisar más. Por otra parte, tampoco se pueden extraer resultados concluyentes comparando con estudios referidos a otros países, ya que aspectos

tan relevantes como la coyuntura económica, las expectativas o la estructura fiscal no son coincidentes.

A pesar de estas limitaciones, se considera que el estudio aporta una aproximación a la eficacia de los incentivos fiscales a la I+D aplicados en España.

APÉNDICE

Cuadro A.1: ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

	Probabilidad				Esfuerzo tecnológico			
	Media	Desv. Est.	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
Gasto en I+D (si/no)	0,37	0,48	0,0	1,0	-	-	-	-
Esfuerzo Tecnológico (gid/ventas)	-	-	-	-	0,008	0,02	0,0	0,42
Sector								
1. Productos minerales no metálicos.	0,02	0,15	0,0	1,0	0,03	0,17	0,0	1,0
2. Metales férreos y no férreos.	0,07	0,24	0,0	1,0	0,05	0,21	0,0	1,0
3. Productos químicos.	0,07	0,25	0,0	1,0	0,15	0,35	0,0	1,0
4. Productos metálicos.	0,10	0,30	0,0	1,0	0,07	0,25	0,0	1,0
5. Maquinarias agrícolas e industriales.	0,06	0,23	0,0	1,0	0,09	0,28	0,0	1,0
6. Maquinarias oficina y proceso de datos.	0,001	0,09	0,0	1,0	0,02	0,12	0,0	1,0
7. Material y accesorios eléctricos.	0,09	0,28	0,0	1,0	0,16	0,36	0,0	1,0
8. Vehículos automóviles y motores.	0,05	0,21	0,0	1,0	0,09	0,28	0,0	1,0
9. Otro equipo de transporte.	0,02	0,14	0,0	1,0	0,03	0,15	0,0	1,0
10. Carne, preparados y conserva.	0,03	0,17	0,0	1,0	0,02	0,12	0,0	1,0
11. Productos alimenticios y tabaco.	0,10	0,30	0,0	1,0	0,07	0,26	0,0	1,0
12. Bebidas.	0,02	0,14	0,0	1,0	0,02	0,13	0,0	1,0
13. Textiles y vestidos.	0,11	0,31	0,0	1,0	0,07	0,25	0,0	1,0
14. Cuero, piel y calzado.	0,04	0,18	0,0	1,0	0,02	0,14	0,0	1,0
15. Madera y muebles de madera.	0,06	0,23	0,0	1,0	0,01	0,11	0,0	1,0
16. Papel e impresión.	0,08	0,26	0,0	1,0	0,03	0,18	0,0	1,0
17. Productos de caucho y plástico.	0,06	0,22	0,0	1,0	0,05	0,22	0,0	1,0
18. Otros productos manufacturados.	0,02	0,14	0,0	1,0	0,02	0,12	0,0	1,0
Tamaño								
- 10 -20 trabajadores.	0,30	-	0,0	1,0	0,06	0,32	0,0	1,0
- 21-50 trabajadores.	0,23	0,42	0,0	1,0	0,12	0,23	0,0	1,0
- 51-100 trabajadores.	0,07	0,25	0,0	1,0	0,06	0,34	0,0	1,0
- 101-200 trabajadores.	0,10	0,29	0,0	1,0	0,13	0,48	0,0	1,0
- 201-500 trabajadores.	0,20	0,39	0,0	1,0	0,39	0,42	0,0	1,0
- > 500 trabajadores.	0,10	0,29	0,0	1,0	0,24			
Año								
- 1990			0,0	1,0			0,0	1,0
- 1991	0,13	0,33	0,0	1,0			0,0	1,0
- 1992	0,18	0,33	0,0	1,0	0,15	-	0,0	1,0
- 1993	0,15	0,35	0,0	1,0	0,16	0,37	0,0	1,0
- 1994	0,14	0,35	0,0	1,0	0,16	0,36	0,0	1,0
- 1995	0,13	0,33	0,0	1,0	0,14	0,35	0,0	1,0
- 1996	0,12	0,33	0,0	1,0	0,13	0,33	0,0	1,0
- 1997	0,15	0,35	0,0	1,0	0,14	0,35	0,0	1,0
- 1998	0,13	0,34			0,12	0,33	0,0	1,0

Cuadro A.1: ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS (continuación)

	Probabilidad				Esfuerzo tecnológico			
	Media	Desv. Est.	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
p	0,24	0,03	0,11	0,40				
p^*dempp	0,17	0,04	-0,03	0,36				
$dempp$	0,69	0,46	0,0	1,0				
p^*dcfvp	0,20	0,10	0,09	0,38				
$dcfvp$	0,80	0,39	0,0	1,0				
$\ln(p)$					-1,44	0,17	-2,27	-0,99
$\ln(p^*dcfvp)$					-1,64	0,17	-2,66	-1,19
$\ln(p^*dempp)$					-1,43	0,17	-2,22	-0,98



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arrow, K. (1962): "Economic Welfare and the Allocation of Resources for Inventions", en R. Nelson (ed.): *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton University Press.
- Baily, M. y R. Lawrence (1992): *Tax Incentives for R&D: What to Data Tell US*, Study Commissioned by the Council of Research and Technology, junio, Washington D.C.
- Bloom, N., R. Griffith y A. Klemm (2001): "Issues in implementation of an R&D tax credits for UK firms", *Briefing Notes*, n.º 15, Institute for Fiscal Studies.
- Bloom, N., R. Griffith y J. Van Reenen (2002): "Do R&D credits work?. Evidence from an international panel of countries 1979-1997", *Journal of Public Economics*, n.º 85, págs. 1-31.
- Boadway, R.W. y A. Shah (1995): "Perspectives on the role of investment incentives in developing countries", en Shah, A. (eds.): *Fiscal Incentives for Investment and Innovation*, Oxford University Press, Nueva York, págs. 31-196.
- Bond, S., D. Harhoff y J. Van Reenen (1999): "Investment, R&D and financial constraints in Britain and Germany", *Working Paper Series W99/05*, Institute for Fiscal Studies (existe una versión más actual en CEP Discusión Papers dp0595, Centre for Economic Performance, LSE, 2003).
- Busom, I. (1993): "Evaluación de los efectos de las subvenciones públicas a las actividades privadas de I+D", *Economía Industrial*, n.º 289, enero-febrero, págs. 141-152.
- Busom, I. (2000): "An empirical evaluation of the effects of R&D subsidies", *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 9, págs. 111-148.
- Comisión Europea (2003): *Raising EU R&D Intensity. Improving the Effectiveness of Public Support Mechanism for Private Sector Research and Development: Fiscal Measures*, EUR 20714, DG for Research Knowledge Based Society and Economy Strategy and Policy, Investment in Research, Luxemburgo.
- COTEC (2000): "Relaciones para la innovación de las empresas con las Administraciones", *Informes sobre el Sistema Español de Innovación*, Madrid.
- Dagenais, M., P. Mohnen y P. Thierrien (1997): *Do Canadian Firms Respond to Fiscal Incentives to Research and Development?*. Centre Interuniversitaire de recherche en analyse des organisations, *Serie Scientifique 97s-34*, octubre, Montreal.

- David, P., B. Hall y A. Toole (2000): "Is public R&D a complement or substitute for private R&D?. A review of the econometric evidence", *Research Policy*, n.º 29 (4/5), págs. 497-530.
- Domínguez, F. y J. López Laborda (1996): "Una valoración económica de los diversos sistemas de amortización y del leasing en la nueva ley del Impuesto de Sociedades", *Papel de Trabajo n.º 26/96*, Instituto de Estudios Fiscales.
- Domínguez, F. y J. López Laborda (1999): "Efectos de la forma del IRPF sobre las decisiones de financiación e inversión societaria y sobre la elección de la forma de la empresa", *Papel de Trabajo n.º 6/99*, Instituto de Estudios Fiscales.
- Espitia, M., E. Huerta, G. Lecha y V. Salas (1989): "Estímulos fiscales a la inversión a través del Impuesto de Sociedades", *Monografía n.º 69*, Instituto de Estudios Fiscales.
- Fariñas, J.C. y J. Jaumandreu (1999): "Diez años de Encuesta sobre Estrategias Empresariales (ESEE)", *Economía Industrial*, n.º 329, págs. 29-42.
- Giner, T. y V. Salas (1994): "Análisis económico de los estímulos fiscales en las empresas españolas", *Información Comercial Española*, 730 (junio), págs. 33-42.
- González, X., J. Jaumandreu y C. Pazó (2006): "Barriers to innovation and subsidy effectiveness", de próxima publicación en *Rand of Journal Economics*.
- Gordon, K. y Tchilingirian, H. (1998): "Marginal effective taxes on physical, human and R&D capital", *Economics Department Working Paper n.º 199*, ECO/WKP(98)12.
- Griffith, R., S. Redding y J. Van Reenen (2001): "Measuring the cost effectiveness of an R&D tax credit for the UK", *Centre for Economic Performance*, London School of Economic and Political Science.
- Guellec, D. y B. van Pottelsberghe (2003): "The impact of public R&D on business R&D", *Economics of Innovation and New Technologies*, n.º 12(3), págs. 225-244.
- Hall, B.H. (1992): "Investment and Research and Development at the firm level: does the source of financing matter?", *NBER Working Paper n.º 4096*, Cambridge.
- Hall, B. (1993): "R&D tax policy during the 1980s: success or failure", *Tax Policy and the Economy*, n.º 7, págs. 1-35.
- Hall, B.H. y J. Van Reenen (2000): "How effective are fiscal incentives for R&D?. A review of the evidence", *Research Policy*, n.º 29, págs. 449-469.
- Heckman, J.J. (1979): "Sample selection bias as a specification error", *Econometrica*, n.º 47, págs. 153-161.
- Hines, J.R. (1993): "On the sensitivity of R&D to delicate tax changes: the behaviour of US multinationals in the 1980s", en Giovanni, A., R.G. Hubbard y J. Slemrod (eds.): *Studies in International Taxation III*, University of Chicago Press, Chicago, págs. 149-194.
- Hubbard, R.G. (1998): "Capital-market imperfections and investment", *Journal of Economic Literature*, vol. 36, n.º 1, marzo, págs. 193-225.
- Jorgenson, D. (1963): "Capital Theory and investment behaviour", *American Economic Review*, n.º 53 (mayo), págs. 247-259.
- Kettle, T.J., J. Moen y Z. Griliches (2000): "Do subsidies to commercial R&D reduce market failures?. Microeconomic evaluation studies", *Research Policy*, n.º 29, págs. 473-497.
- King, M.A. y D. Fullerton eds. (1984): *The taxation of income from capital. A comparative study of the United States, the United Kingdom, Sweden, and West Germany*, University of Chicago Press.
- Lhuillery, S. (1996): "Problems involved in designing and implementing R&D tax incentive schemes", en OCDE (1996): *Fiscal Measures to Promote R&D and Innovation* [OCDE/GD(96)165], págs. 38-57.

- Link, A. (1996): “Fiscal measures to promote R&D and innovation”, en OCDE (1996): *Fiscal Measures to Promote R&D and Innovation* [OCDE/GD(96)165], págs. 23-33.
- López Laborda, J. y D. Romero (2001): “Eficacia de los incentivos fiscales a la inversión: aspectos teóricos y aplicados”, *Hacienda Pública Española*, Monografía 2001, págs. 207-250.
- Maddala, G.S. (1983): *Limited-dependent and qualitative variables in econometrics*, Cambridge University Press.
- Mansfield, E. (1985): “Public policy toward industrial innovation: an international study of direct tax incentives for R&D”, en Hayes et al. (eds.): *The Uneasy Alliance: Managing in the Productivity “Technological Dilemma”*, Harvard Business School, Boston.
- Mansfield, E. y L. Switzer (1985): “The effects of R&D tax credits allowances in Canada”, *Research Policy*, n.º 14, págs. 97-107.
- Marra, M.A. (2004): “Incentivos fiscales, inversión en actividades de I+D y estructura de costes. Un análisis por tamaño para una muestra representativa de empresas manufactureras españolas 1991-1999”, *Hacienda Pública Española/ Revista de Economía Pública*, n.º 170-(3/2004), págs. 9-35.
- OCDE (1991): *Taxing Profits in a Global Economy: Domestic and International Issues*, OCDE Press, París.
- OCDE (1996): *Fiscal Measures to Promote R&D and Innovation* [OCDE/GD(96)165].
- OCDE (2002): *Tax Incentives for research and development: trends and issues*, STI Review, OCDE, junio.
- Parisi, M.L. y A. Sembenelli (2003): “Is private R&D spending sensitive to its price? Empirical evidence on panel data for Italy”, *Empirica*, n.º 4.
- Romero, D.y J. Ruiz-Huerta (2001): “Crédito fiscal, costes financieros e inversión empresarial: evidencia para España con un panel de microdatos tributarios”, *Hacienda Pública Española/ Revista de Economía Pública*, n.º 158, págs. 153-189.
- Suárez, C.(2000): “Elección de las fuentes de financiación en las empresas”, *Documento de Trabajo* 0002, Fundación Empresa Pública.
- Tassey, G. (1996): “Choosing government R&D policies. Tax incentives vs. Direct funding”, *Review of Industrial Organization*, n.º 11, págs. 579-600.
- Toivanen, O. y Niininem, P. (2000): “Investment, R&D, subsidies and credit constraints”, *Working Paper* W-264, Helsinki School of Economics and Business Administration.
- Warda, J. (1996): “Measuring the value of R&D tax provisions”, en OCDE: *Fiscal Measures to Promote R&D Innovation* [OCDE/GD(96)165], págs. 9-22, Paris.
- Warda, J. (2001): “Measuring the value of R&D tax treatment in OCDE countries”, *OCDE STI Review*, n.º 27, págs. 185-211.
- Warda, J. (2002): “A 2001-2002 update of R&D tax treatment in OECD countries”, *Informe elaborado para el OECD STI Review*, OECD 2003, págs. 19-37.
- Wooldridge, J.M. (2001): *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, The MIT Press, Cambridge, Ma.
- Young, A. (1996): “Measuring R&D in the services”, *STI Working Papers*, OCDE.

Fecha de recepción del original: junio, 2003

Versión final: julio, 2004

ABSTRACT

This paper analyzes the effectiveness of R&D fiscal incentives on firm behavior. Our aim is to explore two decisions: carrying out R&D activities or not and the level of the firm's technological effort. In this empirical exercise we use the R&D cost of capital as a measure of fiscal incentives and study the impact of the estimated cost on both decisions using a panel sample of 2,000 Spanish manufacturing firms in the period 1990-1998. Main findings show positive effects of fiscal incentives, higher in the first decision, especially in SMEs, than in the second. Results also show that the effect both decisions increases for the financially constrained firms.

Key words: R&D activities, fiscal incentives, spanish manufacturing firms.

JEL classification: O31, H25, H32.