

TAMAÑO, RESTRICCIONES FINANCIERAS E INVERSIÓN EN I+D*

MARÍA ÁNGELES MARRA DOMÍNGUEZ

Universidad de Vigo

Este trabajo analiza empíricamente los efectos de restricciones de liquidez en la inversión en actividades de I+D de una muestra de empresas manufactureras españolas clasificada según su tamaño durante el periodo 1991-1999. Las estimaciones confirman que la inversión en I+D emprendida por las empresas de menor tamaño presenta una mayor sensibilidad al *cash flow* y una relación negativa fuerte con la tasa de endeudamiento, lo que sugiere la posible presencia de restricciones financieras. Por el contrario, para las grandes empresa se muestra que la variable *cash flow* es significativa, aunque presenta un poder explicativo pequeño, por lo que no se encuentra evidencia de que existan restricciones en el acceso a la financiación externa. Además, también se obtiene evidencia sobre el comportamiento inversor en activos materiales que señalan que no parece existir restricciones en la capacidad de endeudamiento de las empresas de pequeño y mediano tamaño analizadas.

Palabras clave: restricciones financieras, inversión en actividades de I+D, tamaño, pymes y grandes empresas.

Clasificación JEL: G31, G32, O32.

Este trabajo estudia los efectos de las variables financieras sobre el comportamiento inversor en actividades de I+D y en activos materiales de una muestra de empresas manufactureras españolas clasificadas según su tamaño en dos submuestras durante el periodo 1991-1999. A pesar de que existe un gran número de investigaciones empíricas que estudian la relación entre variables financieras y el comportamiento inversor de las empresas, apenas existen estudios que analicen los efectos de restricciones de liquidez en la inversión en actividades de I+D. La literatura existente en este área utiliza los desarrollos teóricos de los modelos que explican la inversión en activos materiales, al incorporar la existencia de imperfecciones en los mercados de capitales derivadas principalmente de la presencia de información asimétrica [véase Stiglitz y Weis (1981) y Calomiris y Hubbard (1990)]¹. Los trabajos de Leland y Pyle (1977) y Myers y

(*) La autora desea agradecer los comentarios y sugerencias de dos evaluadores anónimos, así como al Programa de Investigaciones Económicas de la FEP por la cesión de los datos.

(1) Véanse, también, los trabajos recientes de Bond y Meghir (1994), Oliner, Rudebusch y Sichel (1995), Schiantarelli (1996), Hubbard (1998), Mairesse, Hall y Mulkay (1999) y Bond, Elston, Mairesse y Mulkay (2003).

Majluf (1984), entre otros, demuestran que debido a problemas de selección adversa y de riesgo moral que caracteriza la inversión en I+D, las empresas presentan restricciones en el acceso a la financiación externa, por lo que la disponibilidad de *cash flow* explica una parte importante de su inversión empresarial².

La mayoría de los estudios empíricos que analizan el impacto potencial de restricciones financieras sobre la inversión en actividades de I+D utilizan la metodología sugerida por Fazzari, Hubbard y Petersen (1988)³. Los trabajos de Hall (1992) y Himmelberg y Petersen (1994) utilizan datos de empresas manufactureras estadounidenses para evidenciar que el *cash flow* explica una parte importante de la inversión que la empresa realiza tanto en actividades de I+D como en activos fijos materiales. En Hall (1992) se obtiene que la elasticidad de la inversión en activos fijos y en I+D con respecto al *cash flow* se sitúa en el valor de 0,46 y 0,28, respectivamente, mientras que en el estudio de Himmelberg and Petersen (1994) alcanza la cifra de 0,82 para la inversión en activos fijos y de 0,67 para la inversión en I+D utilizando una muestra de 179 pequeñas empresas altamente innovadoras de EE.UU. durante el periodo 1983-1987. Por su parte, Hao y Jaffe (1993) aportan evidencia de que la inversión en actividades de I+D presenta mayor sensibilidad a la disponibilidad de *cash flow* para una muestra de empresas estadounidense de pequeño tamaño que para las restantes empresas, mientras que Bougheas, Görg y Strobl (2003) constatan que la inversión en I+D de las empresas manufactureras irlandesas está sujeta a restricciones financieras. Recientemente, autores como Mulkay, Hall y Mairesse (2001), Hall *et al.* (1999), Bond, Harhoff y Van Reenen (2003) aportan evidencia comparativa por países y encuentran que existen comportamientos financieros diferenciados entre EE.UU. y el Reino Unido con respecto a Francia, Alemania, Bélgica y Japón que explican la sensibilidad de la inversión en I+D al *cash flow*⁴.

Este trabajo contribuye a esta literatura empírica, analizando la relación entre financiación y el comportamiento inversor en actividades de I+D de una muestra de empresas manufactureras españolas altamente innovadoras durante el periodo 1991-1999. Para ello, distintas especificaciones de un modelo explicativo de la inversión en I+D se han estimado para dos grupos de empresas clasificadas según tamaño entre pymes y grandes empresas utilizando el Método Generalizado de los Momentos en dos etapas. Análogamente, siguiendo a Hall (1992) y Himmelberg y Petersen (1994), también se estudia el efecto de restricciones financieras sobre el comportamiento inversor en activos materiales para cada submuestra de empresas, lo que nos permitirá comparar nuestros resultados con la evidencia empírica disponible a nivel internacional⁵.

(2) También existe evidencia en Bhattacharya y Ritter (1983) de que al existir un coste de revelar información al mercado sobre el proyecto de I+D, la empresa prefiere financiar su inversión internamente.

(3) Véase Hall (2002) para una revisión reciente de esta literatura.

(4) Aunque las principales conclusiones de esta literatura sugieren que la inversión en I+D es sensible al *cash flow*, este resultado debe ser interpretado con cautela tras la polémica suscitada por Kaplan y Zingales (1997), quienes sugieren que el efecto detectado no necesariamente evidencia la existencia de restricciones financieras. Véanse, también, trabajos relacionados de Fazzari, Hubbard y Petersen (2000a y b) y Kaplan y Zingales (2000).

(5) Véase, por ejemplo, Himmelberg y Petersen (1994) para justificar porque es conveniente estudiar conjuntamente la inversión en activos materiales e inmateriales.

Los resultados obtenidos de la estimación empírica evidencian que la submuestra de pequeñas y medianas empresas acuden a una menor financiación con deuda, siendo ésta una de las variables explicativas más importantes de la ecuación de inversión en I+D. Además, estas empresas muestran una mayor sensibilidad a la variable *cash flow* a la hora de emprender proyectos de inversión en I+D que las empresas de mayor tamaño. Esto corrobora la hipótesis de que la inversión en I+D de las empresas de menor tamaño es más sensible a la generación de recursos internos, lo que sugiere la posible presencia de restricciones financieras. Por el contrario, la existencia de una relación positiva débil entre tasa de inversión en I+D y endeudamiento de las grandes empresas, con un poder explicativo pequeño de la variable *cash flow*, indicaría que no se encuentra evidencia de que existan restricciones en la capacidad de endeudamiento para esta submuestra. Por otra parte, se comprueba que para la submuestra de empresas de menor tamaño el efecto del endeudamiento sobre la inversión en activos materiales es positivo, aunque de escasa importancia, siendo el poder explicativo del *cash flow* prácticamente nulo, por lo que se concluye que no parece que existan restricciones en su capacidad de endeudamiento a la hora de afrontar inversiones en activos materiales.

La estructura del trabajo es la siguiente. En el epígrafe 1 se analizan aspectos teóricos que caracterizan la inversión en actividades de I+D y en activos materiales tanto para empresas restringidas como no restringidas financieramente y se explica la metodología seguida. En el epígrafe 2 se describe la base de datos y se presenta un análisis descriptivo de las variables utilizadas en la estimación de los modelos de inversión. En el epígrafe 3 se presentan los resultados de la estimación para las distintas especificaciones de la ecuación de inversión en I+D y en activos materiales, aportando evidencia de que existen diferencias significativas entre las dos submuestras de tamaño. Finalmente, el trabajo concluye con un epígrafe de conclusiones.

1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS. METODOLOGÍA

Desde la perspectiva de la teoría de la inversión, el gasto en actividades de I+D presenta ciertas características que la diferencian de la inversión en activos fijos. Primero, como Arrow (1962) planteó, el resultado de la inversión en I+D tiene características de un bien público, esto es, un bien no rival y no excluible lo que puede dar lugar a externalidades positivas o *spillovers* ante la incapacidad total o parcial de apropiarse de los beneficios derivados de la innovación. Segundo, la inversión en I+D lleva asociada elevados costes, en su mayoría costes fijos e irre recuperables, y presenta un elevado grado de incertidumbre. Estas características pueden afectar de forma negativa en el acceso a la financiación externa debido principalmente a la existencia de asimetrías de información en los mercados de capitales.

Como señalan Leland y Pyle (1977) y Myers y Majluf (1984), los problemas de selección adversa y riesgo moral que caracterizan la inversión en actividades de I+D explican que la disponibilidad de *cash flow* sea la forma más adecuada de financiar la inversión en I+D.

En efecto, el fenómeno de selección adversa que surge cuando los proveedores de fondos (prestamistas) son incapaces de conocer las características cruciales de los proyectos de inversión que afrontan las empresas, permite explicar que las

empresas vean racionados los fondos que desean utilizar para financiar sus proyectos de inversión. Por otra parte, la presencia de riesgo moral atribuible a la mayor dificultad de control y seguimiento sobre el uso de dichos fondos por parte del prestamista, así como a los excesivos costes de verificación de los distintos estados de la naturaleza, explican que se exija una prima diferencial por riesgo mayor a estas empresa, lo que podría llegar a provocar situaciones de infrainversión⁶. En este sentido, la existencia de asimetrías de información permite explicar dos resultados, complementarios entre sí, que inciden en el comportamiento inversor de las empresas⁷: primero, que exista una prima diferencial entre el coste de los recursos externos e internos que depende de la situación financiera de la empresa, y, segundo, que las empresas tengan el crédito racionado, dificultándose el acceso a las distintas fuentes de financiación externa.

Bajo esta perspectiva, Hall (1992) aporta evidencia de que la irrelevancia de la decisión entre financiación interna y externa puede ser poco realista a la hora de financiar proyectos de inversión en I+D. En su trabajo demuestra que debido a los mayores problemas de asimetrías de información y al elevado riesgo inherente a las actividades de I+D, las empresas prefieren acudir a la financiación interna para afrontar su inversión en I+D⁸. También existe evidencia en Himmelberg y Petersen (1994) de que la disponibilidad de fondos propios es la forma predominante de financiación de la inversión en I+D para una muestra de pequeñas empresas altamente innovadoras de EE.UU.

Junto con la capacidad de autofinanciación, este resultado es confirmado cuando se evidencia una relación negativa entre endeudamiento e inversión en I+D⁹. Una serie de estudios, entre los que cabe destacar Bradley, Jarrell y Han Kim (1984), Long y Malitz (1985), Hall (1992), Board, Delargy y Tonks (1993) y Chiao (2002) corroboran que existe un efecto negativo en esta relación de acuerdo con la hipótesis de que las empresas prefieren financiar internamente su inversión en I+D. Así, en Hall (1992) se muestra que la ratio deuda/*stock* de capital está negativamente relacionada con la ratio I+D/*stock* de capital, lo que se justifica en la medida en que las empresas que emprenden actividades de I+D están sujetas a un elevado riesgo y a mayores asimetrías de información, habida cuenta de que disponen de menor colateral para ofrecer en garantía al tratarse de activos altamente específicos e intangibles¹⁰.

(6) Myers (1977) constata que las asimetrías informativas son mucho mayores para la inversión en actividades de I+D debido a que estos activos no pueden ser fácilmente controlados y valorados por posibles inversores externos, lo que limita el endeudamiento de la empresa.

(7) Véase para un mayor desarrollo, por ejemplo, Estrada, De Castro, Hernando y Vallés (1997).

(8) En este sentido, los mayores problemas de asimetrías de información asociados a la inversión en I+D se deben a que aumenta de manera considerable la dificultad para distinguir entre buenos y malos proyectos. Además, al existir un coste de revelar información, la empresa reduce la calidad de la señal, lo que dificulta la revelación de información, obligando a las empresas a financiarse con *cash flow*. Véase Hall (1992).

(9) Como señalan Estrada, De Castro, Hernando y Vallés (1997), el nivel de endeudamiento se ha utilizado como un indicador de la salud financiera de la empresa que puede condicionar el coste de la financiación externa o bien el acceso a los mercados de capitales.

(10) Bajo esta perspectiva, se establece una relación positiva entre el coste de los fondos externos y el nivel de endeudamiento por unidad de capital, donde dicho diferencial o prima entre el coste de

Otra importante característica de la inversión en I+D es que tiene asociado unos elevados costes de ajuste derivados de que gran parte de la inversión en I+D se corresponde con gastos de personal altamente cualificado y afecto a actividades de I+D. Esta circunstancia podría actuar limitando la sensibilidad de la inversión en I+D a la variable *cash flow*¹¹.

En general, el elevado riesgo, incertidumbre y la existencia de asimetrías de información pueden dar lugar a que la inversión en I+D presente una mayor sensibilidad a la capacidad de generar recursos internos, en especial en aquellas empresas de menor tamaño que se encuentran más restringidas financieramente.

En este estudio el tamaño de las empresas juega un papel importante, por cuanto cabe esperar que el tamaño se encuentre fuertemente correlacionado con factores que limitan el acceso a la financiación externa¹². La hipótesis que queremos contrastar es que las empresas de reducido tamaño caracterizadas por mayores asimetrías informativas en los mercados financieros presentan una mayor sensibilidad a la capacidad de generación de recursos internos y se enfrentan a mayores restricciones en su endeudamiento a la hora de financiar proyectos de inversión en I+D.

En efecto, cabe esperar que las empresas de menor tamaño, más jóvenes en promedio, con reducidos activos tangibles, mayor volatilidad en sus beneficios, mayor riesgo asociado, menor colateral disponible para ofrecer en garantía estén sujetas a mayores restricciones en su financiación externa, por lo que se encuentran obligadas a tener que recurrir a financiar internamente su inversión en I+D¹³. Por el contrario, para las empresas más grandes caracterizadas por una mayor diversificación de productos, menores costes de transacción, mayor transparencia en su información financiera, menor probabilidad de quiebra se argumenta que el problema de selección adversa y de riesgo moral que asume el prestamista es menor, lo que posibilita una mayor facilidad en el acceso a la financiación externa¹⁴.

Existe una abundante literatura empírica sobre la existencia de diferencias significativas en el comportamiento financiero de las empresas según tamaño para la in-

los recursos externos e internos depende inversamente de la riqueza disponible para ofrecer como colateral. Además, para aquellas empresas que están poco diversificadas, siendo intensivas en I+D, se aporta evidencia de que existirá una menor ratio de deuda-fondos propios. Véase Hall (1992).

(11) Véanse para un mayor desarrollo, por ejemplo, Himmelberg y Petersen (1994) y Hall (2002).

(12) Desde el pionero trabajo de Fazzari, Hubbard y Petersen (1988) son muchos los estudios empíricos que utilizan el tamaño como una medida del acceso a los mercados de capitales, en la medida que los beneficios y la capacidad para afrontar los gastos financieros aparecen como indicadores relevantes de la calidad del prestatario para el prestamista. Véase para el caso español, por ejemplo, Estrada, De Castro, Hernando y Vallés (1997).

(13) Como señalan Gertler y Gilchrist (1994), las empresas de menor tamaño caracterizadas por ser empresas más jóvenes, sujetas a un mayor riesgo, menor diversificación en sus actividades, mayores costes de bancarrota en términos relativos y con un menor grado de colateralización de la deuda permitiría explicar que soporten un coste superior en su financiación externa respecto a la financiación interna del proyecto de inversión.

(14) Bradley, Jarrell y Han Kim (1984) y Rajan y Zingales (1995) demuestran que el tamaño guarda una relación directa con la disponibilidad de activos tangibles, los cuales proveen de mayores garantías con que asegurar la deuda, facilitando el endeudamiento de las empresas.

versión en activos materiales, tanto a nivel internacional como nacional¹⁵. Las principales conclusiones de estos modelos muestran que las mayores restricciones financieras a las que se ven sujetas las empresas de menor dimensión explicaría la necesidad de contar con fondos internos ante la dificultad de acudir a los mercados de capitales. Además, como señalan Fazzari, Hubbard y Petersen (1988), Hoshi, Kashyap y Scharfstein (1991) y Whited (1992) podría ocurrir que las empresas que están sujetas a elevadas restricciones financieras, se viesen obligadas a rechazar inversiones rentables por falta de financiación produciéndose situaciones de infrainversión.

Para el caso de la economía española, la mayoría de los estudios que analizan la inversión en activos materiales, entre los que cabe destacar Fariñas *et al.* (1992), Ocaña, Salas y Vallés (1994), García Marco (1998), Estrada y Vallés (1998), Fariñas y Suárez (1999) y García-Marco y Ocaña (1999) aportan evidencia de que el comportamiento inversor está relacionado con características de la estructura financiera de las empresas que muestran resultados diferenciados por empresas en la probabilidad de enfrentarse a restricciones financieras, causadas principalmente por la existencia de imperfecciones en los mercados de capitales. En general, estos estudios corroboran que para las empresas restringidas la disponibilidad de fondos internos es una variable relevante en las decisiones de inversión.

Respecto a trabajos que analizan restricciones financieras a la inversión en I+D utilizando la base de datos de la ESEE cabe señalar Martínez-Ros y Tribó (1999) y Suárez (2002). En Martínez-Ros y Tribó (1999) se aporta evidencia de que las empresas manufactureras que invierten en I+D y lo hacen en sectores intensivos en I+D tienen una menor ratio deuda-capital, por lo que la autofinanciación reduce la utilización de fondos ajenos. También existe evidencia en Suárez (2002) de que las empresas más jóvenes, las de menor tamaño, las que no pertenecen a grupos de sociedades y las que soportan una mayor presión financiera, son las que presentan mayores limitaciones a la financiación externa. Por su parte, el trabajo de Lozano, Miguel y Pindado (2001) formula un modelo explicativo de la inversión en activos inmateriales utilizando un panel de 133 empresas no financieras cotizadas desde 1990 a 1997, aportando evidencia de que el *cash flow* es un importante determinante de la inversión en activos inmateriales y que estas empresas acuden a menores tasas de endeudamiento para financiar la inversión en activos inmateriales.

Este estudio contribuye a esta línea de investigación, estimando un modelo explicativo de la inversión en actividades de I+D y en activos materiales de una muestra de empresas manufactureras clasificadas según tamaño en función de ciertas características financieras de la empresa, siendo una de las más importantes la variable *cash flow*. Como es estándar en esta literatura empírica, para obtener la forma funcional de las ecuaciones de inversión a estimar se han introducido como variables relevantes que explican la tasa de inversión sobre *stock* de capital en el periodo t las siguientes variables: la tasa de inversión sobre *stock* de capital en el periodo $t-1$, la ratio *cash flow* sobre *stock* de capital en el periodo t , la ratio

(15) Véase Schiantarelli (1996) para una revisión de esta literatura. Por ejemplo, estudios empíricos que utilizan modelos neoclásicos de inversión a partir de la ecuación de Euler cabe señalar Galleotti, Schiantarelli y Jaramillo (1994), Hubbard, Kashyap y Whited (1995), Jaramillo, Schiantarelli y Weis (1996).

de financiación ajena total sobre *stock* de capital en el periodo t y la ratio de producción de bienes y servicios reales sobre *stock* de capital en el periodo t . No obstante, también se ha probado a estimar otras formas funcionales que no incorporen la totalidad de las variables señaladas, para poder comparar los resultados obtenidos en las distintas especificaciones del modelo de inversión.

En consecuencia, siguiendo a Hall (1992) y Himmelberg y Petersen (1994), este trabajo estima una ecuación que presenta la siguiente forma funcional:

$$\left(\frac{R}{K}\right)_{i,t} = \beta_t + \beta_1 \left(\frac{R}{K}\right)_{i,t-1} + \beta_2 \left(\frac{CF}{K}\right)_{i,t} + \beta_3 \left(\frac{D}{K}\right)_{i,t} + \beta_4 \left(\frac{Y}{K}\right)_{i,t} + \beta_i + \theta_{it} + e_{i,t} \quad [1]$$

donde $\left(\frac{R}{K}\right)_{it}$ es la ratio de inversión en I+D sobre el *stock* de capital de la empresa i en el periodo t , $\left(\frac{CF}{K}\right)_{it}$ es la ratio del *cash flow* sobre el *stock* de capital, $\left(\frac{D}{K}\right)_{it}$ es la ratio del valor de la deuda sobre el *stock* de capital, $\left(\frac{Y}{K}\right)_{it}$ es la ratio de producción de bienes y servicios reales sobre el *stock* de capital y e_{it} es el término de error.

Para esta especificación de la ecuación de inversión en I+D, la variable *cash flow* mide la capacidad de autofinanciación de la empresa. Además, en la estimación del modelo incorporamos 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.

Análogamente, en este trabajo también estimamos una especificación similar para la ecuación de inversión en activos fijos materiales:

$$\left(\frac{I}{K}\right)_{i,t} = \gamma_t + \gamma_1 \left(\frac{I}{K}\right)_{i,t-1} + \gamma_2 \left(\frac{CF}{K}\right)_{i,t} + \gamma_3 \left(\frac{D}{K}\right)_{i,t} + \gamma_4 \left(\frac{Y}{K}\right)_{i,t} + \gamma_i + \theta'_{it} + \varepsilon_{i,t} \quad [2]$$

donde $\left(\frac{I}{K}\right)_{it}$ es la ratio de inversión en activos fijos materiales sobre el *stock* de capital de la empresa i en el periodo t .

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 en I+D y en activos fijos se estiman incorporando *dummies* sectoriales, θ_{it} . No obstante, la agregación sectorial que establece la ESEE en 18 grupos no proporciona información relevante para el análisis, por lo que se ha probado con distintas agrupaciones sectoriales utilizando características relacionadas con la tecnología y el desarrollo económico de las empresas. Finalmente, el criterio de agregación que se ha utilizado ha sido el que proporciona la OCDE que establece una clasificación según tres tipos de actividades: (i) sectores de demanda con fuerte crecimiento e intensivos en tecnología; (ii) sectores de creci-

miento de demanda e intensidad tecnológica media; (iii) sectores de demanda con escaso crecimiento y débil intensidad tecnológica¹⁶.

2. DATOS Y ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Los datos utilizados 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 está formada por un panel de datos incompleto que contiene 280 empresas manufactureras españolas que están presentes en la muestra durante todo el periodo y para las que se tiene información sobre las variables relevantes utilizadas en la estimación del modelo durante al menos seis años consecutivos entre 1991 y 1999.

El cuadro A-1 del Anexo muestra la distribución de las empresas por sectores de actividad durante el periodo 1991-1999¹⁷. Como puede observarse, las empresas están concentradas principalmente en los sectores productos químicos (3), material y accesorios eléctricos (7) y vehículos automóviles y motores (8). En total son 124 empresas actuando en estos tres sectores sobre el total de 280 empresas analizadas.

Las variables relevantes utilizadas en la estimación del modelo han sido flujos de inversión, gasto en I+D, beneficios brutos y producción de bienes y servicios, datos que la ESEE proporciona con una dimensión temporal para las empresas encuestadas.

El *stock* de capital físico se ha estimado como el valor a coste de reposición del inmovilizado material neto a través de la aplicación de la fórmula del inventario permanente (véase Martín y Suárez, 1997). Se han calculado dos series de capital neto a coste de reposición distintas para cada empresa, que se corresponden con el capital de bienes de equipo y el capital de edificios y otras construcciones. Las tasas de depreciación utilizadas han sido las elaboradas por Martín Marcos (1990) a partir de la vida útil de los activos fijos publicada por el Ministerio de Industria, siendo ésta constante a lo largo del tiempo y variando entre sectores. Los índices de precios para los bienes de equipo y para edificios y otras construcciones se han medido como el índice de precios industriales y el índice de coste de la construcción o, en su defecto, el deflactor implícito de la formación bruta de capital, respectivamente.

(16) De acuerdo con este criterio de agregación, los sectores 3, 6 y 7 se incorporan en la primera agrupación, los sectores 5, 8, 9, 15, 17 y 18 en la segunda y, por último, los sectores 1, 2, 4, 10, 11, 12, 13, 14 y 16 se incluyen en la tercera agrupación. Véase el cuadro A-1 del Anexo.

(17) Para el criterio de agregación que formula la OCDE se incluyen 96 empresas en los sectores de demanda con fuerte crecimiento e intensivos en tecnología (sectores 3, 6 y 7), 79 empresas en los sectores de crecimiento de demanda e intensidad tecnológica media (sectores 5, 8, 9, 15, 17 y 18) y 105 empresas en los sectores de demanda débil y poco intensivos en tecnología (sectores 1, 2, 4, 10, 11, 12, 13, 14 y 16).

El *cash flow* se determina como la diferencia entre valor añadido menos gastos de personal y más gastos de I+D¹⁸. El valor añadido se calcula como el valor de la producción de bienes y servicios menos los consumos intermedios, siendo la producción de bienes y servicios determinada como la suma de las ventas y la variación de existencias de ventas. La variable consumos intermedios se obtiene como la suma de las compras que realizan las empresas más los servicios exteriores y menos la variación de existencias de compras. 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 ventas de sus productos con base en 1990. El ahorro fiscal se corresponde con el tipo de gravamen general aplicable en el Impuesto de Sociedades español que ha permanecido constante durante el periodo analizado al nivel del 35%. En el Anexo se describe con mayor detalle el proceso de construcción de las variables utilizadas en el análisis.

Como señalamos anteriormente, para contrastar la existencia de diferencias por tamaño se divide la totalidad de la muestra en dos submuestras según su tamaño medido por el personal total ocupado: menor o igual a 200 trabajadores (pymes) y mayor de 200 trabajadores (grandes empresas). No obstante, debido a la distorsión que se genera por aquellas empresas que oscilan entre los dos grupos de tamaño durante el periodo analizado, el criterio de división utilizado ha sido el valor de la variable empleo en el año inicial de la muestra. En consecuencia, del total de 280 empresas la submuestra de empresas de menor tamaño está formada por 73 empresas, mientras que la submuestra de grandes empresas contiene 207 empresas.

En los cuadros 1 y 2 se presentan los estadísticos descriptivos muestrales de las variables utilizadas en la estimación del modelo de inversión en I+D y en activos materiales, diferenciando para cada una de las dos submuestras durante el periodo 1991-1999, respectivamente.

En general, la descripción de los datos muestra que la submuestra de empresas de menor tamaño alcanza valores medios más altos en las variables analizadas, salvo en la ratio deuda sobre el *stock* de capital. No obstante, también se observan unos valores elevados para la desviación típica, siendo mayor para las pequeñas y medianas empresas que para las grandes empresas, por lo que los promedios no serían muy representativos¹⁹.

(18) Como en Hall (1990) y (1992), Himmelberg y Petersen (1994) y Harhoff (1998) en este trabajo se incorpora esta última corrección para el cálculo del *cash flow*, en la medida en que la inversión en I+D es un gasto para el que cabe posibilidad de libertad de amortización en el Impuesto de Sociedades español.

(19) Gertler y Gilchrist (1994) explican que exista una mayor inestabilidad de las variables reales para las pequeñas empresas debido a factores financieros y no financieros. En lo relativo a factores financieros argumentan que la disponibilidad limitada de crédito puede hacer que las pequeñas empresas respondan en mayor medida a *shocks* monetarios que podrían afectar a sus beneficios, lo que limitaría el acceso a los mercados de capitales. Por el contrario, Cantor (1990) constata que la variabilidad de las variables reales en las empresas está relacionado con el nivel de endeudamiento y la existencia de fluctuaciones económicas en la variable *cash flow*. Véase para el caso español, por ejemplo, Hernando y Vallés (1992) y Estrada, De Castro, Hernando y Vallés (1997).

Cuadro 1: ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LAS VARIABLES DEL MODELO DE INVERSIÓN EN I+D, 1991-1999

Variable	Pymes		Grandes Empresas	
$(R/K)_t$	Media	0,18688	Media	0,05659
	Desv. estándar	0,79085	Desv. estándar	0,08911
	Mínimo	0,00002	Mínimo	0,00001
	Máximo	15,89103	Máximo	0,80833
$(CF/K)_t$	Media	2,39257	Media	1,41240
	Desv. estándar	6,20079	Desv. estándar	1,37102
	Mínimo	-25,21545	Mínimo	-3,47627
	Máximo	89,29891	Máximo	19,43805
$(D/K)_t$	Media	0,25088	Media	0,28716
	Desv. estándar	1,04039	Desv. estándar	0,60444
	Mínimo	0	Mínimo	0
	Máximo	24,72826	Máximo	6,60477
$(Y/K)_t$	Media	5,13890	Media	3,08608
	Desv. estándar	11,14206	Desv. estándar	2,71953
	Mínimo	0,23335	Mínimo	0,08902
	Máximo	184,06790	Máximo	37,16378
Observaciones	614 (73 Empresas)		1805 (207 Empresas)	

$(R/K)_t$ es el ratio de inversión en I+D / stock de capital físico.

$(CF/K)_t$ es el ratio de cash flow / stock de capital físico.

$(D/K)_t$ es el ratio de deuda / stock de capital físico.

$(Y/K)_t$ es el ratio de producción de bienes y servicios reales / stock de capital físico.

Fuente: Elaboración propia.

3. ANÁLISIS ECONOMETRICO

La estimación de las ecuaciones [1] y [2] se ha realizado utilizando el Método Generalizado de los Momentos en dos etapas. Para eliminar la posible correlación entre los efectos individuales y las variables explicativas la estimación se ha realizado en primeras diferencias y los instrumentos utilizados para cada especificación han sido las variables endógenas debidamente retardadas en t-2, t-3, t-4, t-5, t-6 [véase Arellano y Bond, (1991)]²⁰.

(20) Para que los 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. Además, también se presenta 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.

Cuadro 2: ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LAS VARIABLES DEL MODELO DE INVERSIÓN EN ACTIVOS MATERIALES, 1991-1999

Variable	Pymes		Grandes Empresas	
$(I/K)_t$	Media	0,15692	Media	0,12338
	Desv. estándar	0,15795	Desv. estándar	0,10131
	Mínimo	0,00319	Mínimo	0,00020
	Máximo	1,53957	Máximo	1,08428
$(CF/K)_t$	Media	2,29455	Media	1,41500
	Desv. estándar	5,74811	Desv. estándar	1,38858
	Mínimo	-25,21545	Mínimo	-3,47627
	Máximo	89,29891	Máximo	19,43805
$(D/K)_t$	Media	0,24750	Media	0,29987
	Desv. estándar	1,01539	Desv. estándar	0,71333
	Mínimo	0	Mínimo	0
	Máximo	24,72826	Máximo	15,88953
$(Y/K)_t$	Media	4,93485	Media	3,09116
	Desv. estándar	10,39089	Desv. estándar	2,75832
	Mínimo	0,23335	Mínimo	0,08902
	Máximo	184,06790	Máximo	37,16378
Observaciones	646	(73 Empresas)	1845	(207 Empresas)

$(I/K)_t$ es el ratio de inversión en activos materiales / stock de capital físico.

$(CF/K)_t$ es el ratio de cash flow / stock de capital físico.

$(D/K)_t$ es el ratio de deuda / stock de capital físico.

$(Y/K)_t$ es el ratio de producción de bienes y servicios reales / stock de capital físico.

Fuente: Elaboración propia.

En los cuadros 3 y 4 se presentan los resultados de la estimación del modelo para la submuestra de empresas de pequeño y mediano tamaño y para las grandes empresas bajo distintas especificaciones de la ecuación de inversión en I+D y en activos materiales, respectivamente²¹.

Para poder comparar los resultados obtenidos, tanto en la submuestra de pymes como de grandes empresas se incluyen los mismos conjuntos de instrumentos en la estimación de las distintas especificaciones de la ecuación de inversión en I+D y en activos materiales.

(21) Todas las estimaciones que se presentan en los cuadros 3 y 4 son las correspondientes a la segunda etapa, aunque para las estimaciones en primera etapa se observan coeficientes similares y significativos, pero con mayores errores estándar.

Cuadro 3: RESULTADOS ECONÓMICOS. ECUACIÓN DE INVERSIÓN EN I+D

	Pymes	Grandes Empresas	Pymes	Grandes Empresas	Pymes	Grandes Empresas
$(R/K)_{t-1}$	-0,34296* (0,00030)	0,30755* (0,00682)	-0,36768* (0,00023)	0,29264* (0,01144)	-0,35737* (0,00041)	0,31595* (0,00992)
$(CF/K)_t$	0,08926* (0,00106)	-0,00923* (0,00081)	0,18795* (0,00007)	0,00579* (0,00094)	0,07186* (0,00101)	-0,01177* (0,00128)
$(D/K)_t$	-0,19199* (0,00223)	0,00223* (0,00059)	-0,37087* (0,00268)	0,00222* (0,00105)		
$(Y/K)_t$	0,05690* (0,00067)	0,00677* (0,00053)			0,06623* (0,00064)	0,00756* (0,00082)
Sargan	70,01 (96) p = 0,9787	98,69 (96) p = 0,4050	68,30 (72) p = 0,6018	60,42 (72) p = 0,8329	72,23 (72) p = 0,4704	69,45 (72) p = 0,5633
M1	-1,03 p = 0,3043	-4,36 p = 0,0000	-1,02 p = 0,3055	-4,41 p = 0,0000	-1,03 p = 0,3037	-4,32 p = 0,0000
M2	0,91 p = 0,3606	1,06 p = 0,2895	0,92 p = 0,3563	0,95 p = 0,3411	0,92 p = 0,3592	1,07 p = 0,2841
W	7877,82 (13)	3349,40 (13)	10592,70 (12)	1339,24 (12)	10618,67 (12)	1699,48 (12)
Observaciones	461	1372	461	1372	461	1372
Empresas	73	207	73	207	73	207
Instrumentos	t-2,..., t-6					

Todas las estimaciones se realizan en primeras diferencias utilizando el Método Generalizado de los Momentos en dos etapas. Los paréntesis que figuran debajo de los coeficientes estimados son los errores estándar. El asterisco * muestra la significatividad de los parámetros estimados al 95%. Sargan es un test de sobreidentificación de restricciones que se distribuye asintóticamente como una $\chi^2(k)$, 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 es el test de Wald de significación conjunta de todas las variables explicativas incorporadas en la ecuación de inversión en I+D. Bajo la hipótesis nula de no relación se distribuye como una $\chi^2(k)$, con k grados de libertad. Los grados de libertad figuran debajo entre paréntesis. Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4: RESULTADOS ECONOMETRÍCOS. ECUACIÓN DE INVERSIÓN EN ACTIVOS MATERIALES

	Pymes	Grandes Empresas	Pymes	Grandes Empresas	Pymes	Grandes Empresas
$(I/K)_{t-1}$	0,09155* (0,00396)	0,11978* (0,01366)	0,09532* (0,00455)	0,13459* (0,01715)	0,08936* (0,00455)	0,12051* (0,01855)
$(CF/K)_t$	0,03449* (0,00200)	-0,00367 (0,00461)	0,00410* (0,00057)	0,02643* (0,00508)	0,04202* (0,00223)	-0,01056 (0,00737)
$(D/K)_t$	0,03216* (0,00801)	-0,01875* (0,00299)	0,06517* (0,00847)	-0,02234* (0,00434)		
$(Y/K)_t$	-0,01853* (0,00104)	0,01663* (0,00338)			-0,02136* (0,00111)	0,01919* (0,00565)
Sargan	56,59 (96) p = 0,9995	97,03 (96) p = 0,4513	54,80 (72) p = 0,9345	74,87 (72) p = 0,3854	61,56 (72) p = 0,8049	77,67 (72) p = 0,3030
M1	-3,31 p = 0,0009	-5,88 p = 0,0000	-3,24 p = 0,0012	-6,07 p = 0,0000	-3,27 p = 0,0011	-5,99 p = 0,0000
M2	1,49 p = 0,1359	-0,34 p = 0,7337	1,36 p = 0,1747	-0,25 p = 0,8053	1,56 p = 0,1188	-0,06 p = 0,9557
W	43752,18 (13)	369,75 (13)	21328,81 (12)	689,44 (12)	161047,85 (12)	257,69 (12)
Observaciones	486	1418	486	1418	486	1418
Empresas	73	207	73	207	73	207
Instrumentos	t-2,..., t-6					

Todas las estimaciones se realizan en primeras diferencias utilizando el Método Generalizado de los Momentos en dos etapas. Los paréntesis que figuran debajo de los coeficientes estimados son los errores estándar. El asterisco * muestra la significatividad de los parámetros estimados al 95%.

Sargan es un test de sobreidentificación de restricciones que se distribuye asintóticamente como una $\chi^2(k)$, 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 es el test de Wald de significación conjunta de todas las variables explicativas incorporadas en la ecuación de inversión en I+D. Bajo la hipótesis nula de no relación se distribuye como una $\chi^2(k)$, con k grados de libertad. Los grados de libertad figuran debajo entre paréntesis.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los resultados obtenidos en el cuadro 3, se observa que para ambas submuestras el contraste de las restricciones de sobreidentificación, que indica la ausencia de correlación entre los instrumentos y el término de error, se acepta de manera similar para todas las especificaciones de la ecuación de inversión en I+D. En todas las estimaciones 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. No obstante, conviene señalar que suponiendo 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. Este resultado se evidencia para la submuestra de grandes empresas, aunque no para el caso de las pymes. De hecho, el estadístico M1 que figura en el cuadro 3 toma valores bastante bajos para todas las regresiones de la submuestra de pymes, lo que sugiere la posible existencia de posibles problemas de especificación, por ejemplo, variables omitidas [véase Hernando y Vallés (1992)]. Finalmente, también presentamos el estadístico de Wald para contrastar la hipótesis nula de no significación conjunta de todos los coeficientes de las variables incluidas en el modelo que se rechaza para todas las especificaciones estudiadas.

Respecto a los resultados del cuadro 4, podemos observar que el estadístico de Sargan de sobreidentificación de restricciones sugiere que los instrumentos no están correlacionados con el término de error. Además, para ambas submuestras la hipótesis de correlación serial de segundo orden en los residuos es siempre rechazada en las distintas especificaciones de la ecuación de inversión en activos materiales, mientras que el contraste de Wald ofrece resultados significativos que corroboran el modelo planteado.

3.1. Resultados estimación ecuación de inversión en I+D

Los principales resultados del cuadro 3 indican que el efecto de la ratio *cash flow/stock* de capital sobre la tasa de inversión en I+D ha sido positivo y significativo para la submuestra de empresas de pequeño y mediano tamaño, aunque se observa un valor sensiblemente más elevado cuando en la especificación del modelo no se incluye la variable producción de bienes y servicios reales sobre *stock* de capital. La explicación puede deberse a la correlación entre la variable *cash flow* y las ventas reales, al observarse que el coeficiente del *cash flow* disminuye cuando se incorpora la variable ratio producción de bienes y servicios reales sobre *stock* de capital en la explicación del modelo²². En cuanto a la submuestra de grandes empresas, esta relación positiva no se mantiene para todas las especificaciones de la ecuación de inversión. Los valores obtenidos son significativos, aunque sensiblemente más bajos, y tienen signo negativo al incluir la variable ratio producción de bienes y servicios reales sobre *stock* de capital en la ecuación estimada²³. En general, los resultados de la estimación de la ecuación de inversión en I+D sin la incorporación del ratio producción de bienes y servicios reales sobre *stock* de capital pa-

(22) Fundamentos de esta relación puede encontrarse, por ejemplo, en Fazzari, Hubbard y Petersen (1988).

(23) Nuevamente, parece que la correlación entre *cash flow* y la variable *Y* explicaría este resultado.

recen los más aceptables tanto para el subgrupo de empresas de menor tamaño como para las grandes empresas. De hecho, para la submuestra de empresas de menor tamaño, si bien los valores estimados en este estudio para el *cash flow* son inferiores a los resultados de la estimación GMM realizada por Himmelberg y Petersen (1994) con un coeficiente de 0,36 para un panel de empresas manufactureras estadounidenses de pequeño tamaño y altamente innovadoras, se observa una elevada sensibilidad de la inversión en I+D a la variable *cash flow*²⁴.

En la línea con lo señalado anteriormente, otro resultado destacado que se observa para las empresas de menor tamaño es que uno de los determinante más importante de la inversión en I+D ha sido la ratio de endeudamiento sobre el *stock* de capital. El coeficiente significativo y negativo obtenido corrobora la hipótesis de que las empresas de menor tamaño que realizan proyectos de inversión en I+D acuden a una menor financiación con deuda, lo que sugiere la existencia de mayores dificultades de acceso a fuentes de financiación externa. Este resultado coincide con el de Hall (1992), quien argumenta que las empresas prefieren financiar internamente la inversión en I+D debido a la existencia de asimetrías de información y al mayor riesgo asociado a la I+D²⁵. Por su parte, para la submuestra de grandes empresas se detecta que el efecto del endeudamiento sobre la inversión en I+D ha sido también significativo pero de signo positivo, aunque con valores sensiblemente bajos para todas las especificaciones analizadas. Por tanto, los resultados obtenidos permiten concluir que la submuestra de empresas de menor tamaño se enfrentan a mayores dificultades para acceder a niveles de endeudamiento más elevados, por lo que tienen más necesidad de acudir a la financiación interna para afrontar proyectos de I+D, mientras que en las grandes empresas no se detectan restricciones en el acceso a mayores niveles de endeudamiento.

En cuanto al efecto de la tasa de inversión en I+D en el periodo anterior sobre la tasa de inversión en I+D actual se observa que los coeficientes son significativos y tiene valores muy estables para las distintas especificaciones, aunque de signo negativo para la submuestra de empresas de menor tamaño y positivo para las grandes empresas. Esta variación del signo estimado puede ser debido a las características específicas que definen el comportamiento inversor en actividades de I+D en ambas submuestras, lo que indicaría un efecto dinámico de la inversión en I+D para una actividad que es más estable y sistemática en las empresas de mayor tamaño que en las restantes empresas. Respecto al efecto de la ratio producción de bienes y servicios reales/*stock* de capital sobre la tasa de inversión en I+D es positivo, aunque tiene un valor prácticamente nulo, similar a los resultados obtenidos en los estudios empíricos de Himmelberg y Petersen (1994) y Bougheas, Görg y Strobl (2003). Se observa, además, que el coeficiente estimado ha sido ligeramen-

(24) No obstante, como señalan Kaplan y Zingales (1997) la importancia del *cash flow* en los modelos de inversión debe ser interpretado con cierta cautela, al no ser evidencia necesariamente de la existencia de restricciones financieras sino que pudiera considerarse en términos de oportunidades de inversión futuras.

(25) También existe evidencia en Bradley, Jarrell y Han Kim (1984), Long y Malitz (1985), Board, Delargy y Tonks (1993) y Chiao (2002) de una correlación negativa entre endeudamiento e inversiones en actividades de I+D.

te superior para las empresas de menor dimensión en las distintas especificaciones, lo que indicaría que incrementos en el nivel de *output* afectan más a la inversión en I+D de las empresas pequeñas analizadas que se encuentran restringidas financieramente.

3.2. Resultados estimación ecuación de inversión en activos materiales

En el cuadro 4 se muestran los resultados de la estimación empírica de las distintas especificaciones de la ecuación de inversión en activos materiales. Como se ha señalado anteriormente, tanto para la submuestra de empresas de menor tamaño como para las grandes empresas se satisface el contraste de validez de las restricciones de sobreidentificación y se acepta la hipótesis de que los errores estimados en primeras diferencias no presentan correlación serial de segundo orden.

Para la submuestra de empresas de menor tamaño, los resultados obtenidos indican que el efecto de la ratio *cash flow/stock* de capital sobre la tasa de inversión en activos materiales es positivo y significativo, aunque sensiblemente bajo para todas las especificaciones de la ecuación de inversión. Además, la débil relación positiva encontrada entre endeudamiento e inversión sugiere que no parecen existir restricciones financieras a la inversión en activos materiales. En general, se acepta la existencia de menores asimetrías de información y un menor riesgo económico asociado a la inversión en activos materiales con relación al gasto en I+D para esta submuestra de empresas, con las consecuencias descritas anteriormente. Respecto a las grandes empresas, se muestra que el coeficiente positivo, aunque casi nulo, de la ratio *cash flow/stock* de capital cambia de signo al incorporar la variable ratio producción de bienes y servicios reales sobre *stock* de capital en la ecuación estimada. Nuevamente, la correlación entre la variable *cash flow* y la variable *Y* permitiría explicar este resultado. En consecuencia, parece evidenciarse que los resultados obtenidos en la estimación de la ecuación de inversión que no incorpora la ratio producción de bienes y servicios reales sobre *stock* de capital son los más aceptables. Adicionalmente, se observa un efecto negativo no muy importante de la ratio *deuda/stock* de capital sobre la tasa de inversión, lo que indicaría una débil preferencia por la autofinanciación. Ello puede ser debido a la mayor capacidad de generar recursos propios de las grandes empresas, a pesar de que presenten una mayor facilidad de acceso a la financiación externa.

Respecto a la variable dependiente retardada, el efecto positivo sensiblemente bajo encontrado se mantiene prácticamente estable para las distintas especificaciones de la ecuación de inversión, aunque se estima un valor ligeramente superior para las grandes empresas. Este resultado coincide con los estimados por otros autores para la economía española, como es el caso de Hernando y Vallés (1992) y García Marco (1998). Por último, se detecta una relación positiva débil entre la inversión en activos materiales y la variable *Y* para las grandes empresas, mientras que el coeficiente estimado para las empresas de menor tamaño ha sido negativo, aunque también sensiblemente bajo. Es decir, conforme se incrementan la producción de bienes y servicios reales se produce un crecimiento en el volumen de activos materiales que, considerando que la inversión en dichos activos aumenta menos que proporcionalmente con relación al valor de reposición de los

mismos, implica una relación inversa entre inversión en activos materiales y la variable Y para la submuestra de empresas de pequeño y mediano tamaño²⁶.

Para aportar evidencia empírica acerca de los resultados que se han descrito anteriormente, se ha modificado el modelo de la ecuación estimado introduciendo un regresor adicional construido como el producto de la variable *cash flow* por una variable *dummy* que toma el valor 1 para las empresas de pequeño y mediano tamaño y el valor 0 en caso contrario. De esta manera, el coeficiente de la variable *cash flow* representaría la sensibilidad de la inversión a la capacidad de autofinanciación de las grandes empresas, mientras que para las empresas de menor tamaño esta sensibilidad estaría reflejada por la suma del coeficiente de la variable que mide la capacidad de generación interna de recursos y del coeficiente de la variable de interacción. En el cuadro 5 se muestran los resultados de la estimación para la muestra completa de empresas sin incorporar e incorporando el efecto diferenciado por tamaño²⁷.

Como puede observarse, para las grandes empresas el coeficiente de la variable *cash flow* es positivo y significativo, aunque toma valores sensiblemente bajos. El mismo efecto positivo y significativo se observa para las empresas de menor tamaño, al detectarse un valor de 0,00639 para la ecuación estimada que no incorpora la ratio de producción de bienes y servicios reales/*stock* de capital. De hecho, se muestran valores ligeramente inferiores para las empresas de menor tamaño frente a las grandes empresas. Por último, el signo de la variable de interacción es negativo y significativo, aunque no muy importante, por lo que no se detecta un efecto diferencial por tamaño en la sensibilidad de la inversión en activos materiales a la capacidad de generación interna de recursos²⁸.

4. CONCLUSIONES

Este trabajo estudia los efectos de restricciones financieras sobre el comportamiento inversor en actividades de I+D y en activos materiales de una muestra de empresas manufactureras españolas altamente innovadoras clasificada según tamaño en dos submuestras durante el periodo 1991-1999.

La evidencia econométrica confirma como resultado principal que las empresas de pequeño y mediano tamaño acuden en menor medida a la financiación con deuda y presentan una mayor dependencia a la capacidad de generar recursos in-

(26) En el modelo del acelerador flexible de Kuh (1963) el capital deseado es proporcional a las ventas, lo que implica que conforme se incrementan las ventas se produce un crecimiento en los activos materiales. Este resultado coincide con la evidencia empírica obtenida por Hall (1992). Véase también, por ejemplo, Fazzari, Hubbard y Petersen (1988) y Bond y Meghir (1994).

(27) Esta misma formulación y estimación se realizó para la ecuación de inversión en I+D considerando la muestra total de empresas sin incorporar e incorporando el efecto diferenciado por tamaño. No obstante, debido a que los resultados obtenidos muestran un estadístico de Sargan de sobreidentificación de restricciones que rechaza la ausencia de correlación entre los instrumentos y el término de error, se ha optado por no presentar las estimaciones de la ecuación de inversión en I+D. Estos resultados están a disposición de los lectores previa petición de los mismos.

(28) Estos resultados coinciden con los de Estrada, De Castro, Hernando y Vallés (1997) que tampoco encuentran un efecto diferencial por tamaño que permita identificar la existencia de restricciones financieras.

Cuadro 5: RESULTADOS ECONOMETRÍCOS. ECUACIÓN DE INVERSIÓN EN ACTIVOS MATERIALES PARA LA MUESTRA TOTAL DE EMPRESAS

	Modelo I	Modelo II	Modelo I	Modelo II	Modelo I	Modelo II
$(I/K)_{t-1}$	0,13745* (0,00712)	0,13016* (0,00419)	0,13484* (0,00831)	0,12621* (0,00545)	0,13819* (0,00822)	0,13025* (0,00490)
$(CF/K)_t$	0,03795* (0,00387)	0,04374* (0,00535)	0,01898* (0,00344)	0,02967* (0,00652)	0,04105* (0,00570)	0,05048* (0,00668)
$(D/K)_t$	-0,00122 (0,00483)	-0,00605 (0,00340)	-0,00291 (0,00634)	-0,01102* (0,00425)		
$(Y/K)_t$	-0,01353* (0,00174)	-0,01195* (0,00102)			-0,01559* (0,00234)	-0,01181* (0,00119)
$DM^*(CF/K)_t$		-0,01851* (0,00510)		-0,02328* (0,00687)		-0,02530* (0,00620)
Sargan	100,00 (96) p = 0,3695	124,06 (120) p = 0,3812	84,34 (72) p = 0,1516	100,32 (96) p = 0,3612	86,90 (72) p = 0,1113	106,93 (96) p = 0,2095
M1	-5,82 p = 0,0000	-6,11 p = 0,0000	-5,68 p = 0,0000	-6,04 p = 0,0000	-5,88 p = 0,0000	-6,19 p = 0,0000
M2	1,57 p = 0,1156	1,46 p = 0,1452	1,52 p = 0,1282	1,40 p = 0,1625	1,59 p = 0,1121	1,43 p = 0,1525
W	1053,14 (13)	4907,75 (14)	570,57 (12)	1986,49 (13)	663,52 (12)	3175,42 (13)
Observaciones	1904	1904	1904	1904	1904	1418
Empresas	280	280	280	280	280	280
Instrumentos	t-2, ..., t-6	t-2, ..., t-6	t-2, ..., t-6	t-2, ..., t-6	t-2, ..., t-6	t-2, ..., t-6

Modelo I y II utilizan la muestra completa de empresas sin diferenciar y diferenciando por tamaño, respectivamente. *DM* es una variable *dummy* que toma valor 1 para la submuestra de empresas de menor tamaño. Todas las estimaciones se realizan en primeras diferencias utilizando el Método Generalizado de los Momentos en dos etapas. Los paréntesis que figuran debajo de los coeficientes estimados son los errores estándar. El asterisco * muestra la significatividad de los parámetros estimados al 95%.

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 es el test de Wald de significación conjunta de todas las variables explicativas incorporadas en la ecuación de inversión en activos materiales. 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.

ternos a la hora de emprender proyectos de I+D, lo que sugiere la posible existencia de restricciones financieras. La explicación de este resultado se basa en las hipótesis que sustentan los modelos teóricos que incorporan imperfecciones en los mercados de capitales, causadas principalmente por la presencia de información asimétrica entre oferentes y demandantes de fondos y por el mayor riesgo asociado a la inversión en actividades de I+D. Por su parte, este estudio no encuentra evidencia de que existan restricciones en el acceso a mayores niveles de financiación externa para las grandes empresas. De hecho, se observa una relación positiva, aunque prácticamente nula, entre la tasa de inversión en I+D y el endeudamiento, mientras que la variable *cash flow* tiene un poder explicativo pequeño, lo que parece indicar que las grandes empresas no están afectadas por restricciones de liquidez. Además, también se obtiene evidencia sobre el comportamiento inversor en activos materiales que señalan que las empresas de pequeño y mediano tamaño no se enfrentan a dificultades en el acceso a mayores niveles de endeudamiento. Estos resultados apuntan a que no sólo las características financieras de los proyectos de inversión en que las empresas invierten (actividades de I+D), sino también el comportamiento financiero diferenciado por tamaño explican la aparición de restricciones financieras, siendo las empresas de menor tamaño que emprenden proyectos de inversión en I+D las que están sujetas a restricciones financieras.

Por último, este estudio permite extraer conclusiones de política económica relacionadas con aspectos financieros que afectan a las decisiones empresariales de inversión en I+D. En este sentido, cabría esperar que la utilización de medidas de carácter fiscal encaminadas a mejorar la capacidad de generar recursos internos, así como aquellas políticas que faciliten el acceso a los mercados de capitales incentiven una mayor inversión en actividades de I+D de las empresas que se encuentran restringidas financieramente.

ANEXO

A.1. Selección de la muestra

En este estudio se utiliza un panel incompleto formado por 280 empresas manufactureras españolas altamente innovadoras que proceden de la Encuesta sobre Estrategias Empresariales (ESEE) durante el periodo 1991-1999. Este panel resulta de seleccionar del total de empresas encuestadas a aquellas que están presentes en la muestra durante todo el periodo y para las que se tiene información sobre las variables relevantes utilizadas en la estimación del modelo durante al menos seis años consecutivos entre 1991 y 1999. Las principales variables utilizadas han sido flujos de inversión, gasto en I+D, producción de bienes y servicios y beneficios brutos, datos que la ESEE proporciona con una dimensión temporal para las empresas encuestadas. Finalmente, la muestra resultante consta de 280 empresas, de las cuales la submuestra de empresas de pequeño y mediano tamaño está formada por 73 empresas, mientras que la submuestra de grandes empresas contiene 207 empresas.

Cuadro A1: DISTRIBUCIÓN EMPRESAS POR SECTOR DE ACTIVIDAD, 1991-1999

Código	Sectores	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Total
1	Metales férreos y no férreos	9	10	10	10	10	10	10	10	10	89
2	Productos minerales no metálicos	18	18	18	18	18	18	18	18	18	162
3	Productos químicos	49	50	51	51	51	51	50	50	50	453
4	Productos metálicos	17	15	15	14	14	14	15	17	18	139
5	Máquinas agrícolas e industriales	18	19	18	19	19	17	17	17	16	160
6	Máquinas oficina, proceso de datos, etc	3	3	3	3	3	4	4	4	4	31
7	Material y accesorios eléctricos	41	41	42	42	43	43	43	41	41	377
8	Vehículos automóbiles y motores	32	32	32	32	31	31	31	31	31	283
9	Otro material de transporte	6	6	6	6	6	7	6	6	6	55
10	Carne, preparados y conservas de carne	6	6	6	6	6	6	6	6	6	54
11	Productos alimenticios y tabaco	19	19	19	19	19	19	20	20	20	174
12	Bebidas	6	6	6	6	6	6	6	6	6	54
13	Textiles y vestido	17	17	16	16	17	17	16	16	16	148
14	Cuero, piel y calzado	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27
15	Madera y muebles de madera	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36
16	Papel, artículos de papel, impresión	12	12	11	11	11	11	11	10	10	99
17	Productos de caucho y plástico	18	17	18	18	17	17	18	17	17	157
18	Otros productos manufacturados	2	2	2	2	2	2	2	4	4	22

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.

A.2. Construcción de variables

Valor añadido, *output* y consumos intermedios

El valor añadido se define como el valor de la producción de bienes y servicios menos los consumos intermedios. La producción de bienes y servicios en términos reales (Y) se obtiene como la suma de las ventas y la variación de existencias de ventas cuya información procede de la ESEE. La variable consumos intermedios se calcula como la suma de las compras que realizan las empresas más los servicios exteriores y menos la variación de existencias de compras. 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 ventas de sus productos con base en 1990.

Cash flow (CF)

El *cash flow* se calcula como la diferencia entre valor añadido menos gastos de personal y más gastos de I+D. Esta última corrección se introduce siguiendo trabajos empíricos similares realizados por Hall (1992), Himmelberg y Petersen (1994) y Harhoff (1998).

Stock de capital físico (K)

Para calcular el *stock* de capital físico real se calculan dos series de capital neto a coste de reposición distintas para cada empresa que se corresponden con el capital de bienes de equipo (KBE) y el capital de edificios y otras construcciones (KCO), donde $K = KBE + KCO$ ²⁹. El método utilizado para la construcción de estas variables tiene como referencia el trabajo de Martín y Suárez (1997), quienes utilizan el procedimiento del inventario permanente:

$$K_t = (1 - \delta_K) K_{t-1} \frac{P_{Kt}}{P_{Kt-1}} + I_t \quad [A.1]$$

donde p_{Kt} es el índice de precios de los activos en el año t ³⁰; δ_K es la tasa de depreciación que se asume exponencial y constante a lo largo del tiempo y que varía entre sectores; I_t es la inversión bruta realizada por la empresa en cada año. La tasa de depreciación se ha calculado a partir de las elaboradas por Martín Marcos (1990) para 81 sectores manufactureros de la Encuesta Industrial, teniendo en

(29) El cálculo de estas series se realiza de forma similar para capital de bienes de equipo y para el capital de edificios y otras construcciones, por lo que en su construcción nos referiremos a capital neto en general.

(30) Los índices de precios de los activos implicados en el ajuste de valoraciones se obtienen de las siguientes fuentes estadísticas:

a) Para los bienes de equipo, se utiliza el componente de bienes de equipo del Índice de Precios Industriales (INE) con base 1990.

b) En el caso de las construcciones se considera el índice de coste de la construcción que publica SEOPAN desde 1980 y con base en 1989. Para el periodo en que no está disponible se utilizó el deflactor de la Formación Bruta de Capital Fijo de la Contabilidad Nacional.

cuenta la información sobre la vida útil de los activos fijos publicada por el Ministerio de Industria³¹.

Deuda bruta (D)

El valor de la deuda se determina como el total de financiación ajena obtenida por la empresa de entidades de crédito y del resto de acreedores.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arellano, M. y S. Bond (1991): "Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations", *Review of Economic Studies*, vol. 58, págs. 227-297.
- Arrow, K.J. (1962): "Economics of welfare and the allocation of resources for invention", en R. Nelson (ed.) *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton University Press, Princeton.
- Bhattacharya, S. y J.R. Ritter (1983): "Innovation and communication: signaling with partial disclosure", *Review of Economic Studies*, vol. 50, n.º 2, págs. 331-346.
- Board, J., P.J.R. Delargy e I. Tonks (1993): "R&D intensity and firm financing: A US-UK comparison", en P. Swann (ed.): *New Technology and the firm. Innovation and competition*, Routledge, London.
- Bond, S.R. y C. Meghir (1994): "Dynamic investment models and the firm's financial policy", *Review of Economic Studies*, vol. 61, n.º 2, págs. 197-222.
- Bond, S., D. Harhoff y J. Van Reenen (2003): "Investment, R&D and financial constraints in Britain and Germany", Centre for Economic Performance, Discussion papers n.º 0595.
- Bond, S.R., J.A. Elston, J. Mairesse y B. Mulkey (2003): "Financial factors and investment in Belgium, France, Germany and United Kingdom: A comparison using company panel data", *The Review of Economics and Statistics*, vol. LXXXV, n.º 1, págs. 153-165.
- Bougheas, S., H. Görg y E. Strobl (2003): "Is R&D financially constrained? Theory and evidence from Irish manufacturing", *Review of Industrial Organization*, vol. 22, n.º 2, págs. 159-174.
- Bradley M., G. Jarrell y E. Han Kim (1984): "On the existence of an optimal capital structure: theory and evidence", *Journal of Finance*, vol. 34, n.º 3, págs. 857-878.
- Calomiris, C. y R.G. Hubbard (1990): "Firm heterogeneity, internal finance and credit rationing", *Economic Journal*, vol. 100, n.º 399, págs. 90-104.
- Cantor, R. (1990): "Effects of leverage on corporate investment and hiring decisions", *Quarterly Review*, *Federal Reserve Bank of New York*, págs. 31-41.
- Chiao, C. (2002): "Relationship between debt, R&D and physical investment, evidence from US firm-level data", *Applied Financial Economics*, vol. 12, n.º 2, págs. 105-121.
- Estrada, A. y J. Vallés (1998): "Investment and financial structure in Spanish manufacturing firms", *Investigaciones Económicas*, vol. 22, n.º 3, págs. 337-359.

(31) Estas tasas de depreciación por sectores de la Encuesta Industrial para bienes de equipo y para edificios y otras construcciones vienen recogidas en el trabajo de Martín y Suarez (1997), así como las correspondencias de los sectores de la CNAE a tres dígitos, la Encuesta Industrial y la sectorización que realiza la ESEE.

- Estrada, A., F. de Castro, I. Hernando y J. Vallés (1997): “La inversión en España”, *Estudios Económicos*, n.º 61, Banco de España.
- Fariñas, J.C. y C. Suárez (1999): “Financiación” en *La empresa industrial en la década de los noventa*”, págs. 143-162, Fundación Argentaria Visor, Madrid
- Fariñas, J.C., J.L. Calvo, J. Jamandreu, M.J. Lorenzo, E. Huelgo y C. de la Iglesia (1992): *La PYME industrial en España*, Civitas, Madrid.
- Fazzari, S. M., R.G. Hubbard y B.C. Petersen (1988): “Financing constraints and corporate investment”, *Brookings Papers on Economic Activity*, vol. 1, págs. 141-195.
- Fazzari, S. M., R.G. Hubbard y B.C. Petersen (2000a): “Financing constraints and corporate investment: response to Kaplan and Zingales”, NBER, Working Paper n.º 5462.
- Fazzari, S. M., R.G. Hubbard y B.C. Petersen (2000b): “Investment *cash flow* sensitivities are useful: A comment of Kaplan and Zingales”, *Quarterly Journal of Economics*, vol. 115, págs. 695-705.
- Galeotti, M., F. Schiantarelly y F. Jaramillo (1994): “Investment decisions and the role of debt, liquid assets and *cash flow*: evidence from Italian panel data”, *Applied Financial Economics*, vol. 4, págs. 121-132.
- García Marco, T. (1998): “Liquidez, costes financieros e inversión de las empresas españolas: un análisis empírico”, *Revista Española de Economía*, vol. 15, n.º 3, págs. 463-486.
- García-Marco, T. y C. Ocaña (1999): “The effect of bank monitoring on the investment behavior of Spanish firms”, *Journal of Banking and Finance*, vol. 23, págs. 1579-1603.
- Gertler, M. y S. Gilchrist (1994): “Monetary policy, business cycles and the behaviour of small manufacturing firms”, *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 109, págs. 309-340.
- Hall, B.H. (1990): “The manufacturing sector master role: 1959-1987”, National Bureau of Economic Research, Working Paper n.º 3366.
- Hall, B.H. (1992): “Investment and R&D at the firm level: does the source of financing matter?”, National Bureau of Economic Research, Working Paper n.º 4096.
- Hall, B.H. (2002): “The financing of research and development”, *Oxford Review of Economic Policy*, vol. 18, págs. 35-51.
- Hall, B., J. Mairesse, L. Branstetter y B. Crepon (1999): “Does *cash flow* cause investment and R&D: An exploration using panel data for French, Japanese and United States firms in the scientific sector”, en Audretsch, D. y R. Thurik (eds.): *Innovation, industry evolution and employment*, Cambridge University Press, UK.
- Hao, K. y A. Jaffe (1993): “Effect of liquidity on firms R&D spending”, *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 2, págs. 275-282.
- Harhoff, D. (1998): “Are there financing constraints for R&D and investment in German manufacturing firms?”, *Annales D'Economie et De Statistique*, n.º 49/50, págs. 421-456.
- Hernando, I. y J. Vallés (1992): “Inversión y restricciones financieras: evidencia en las empresas manufactureras españolas”, *Moneda y Crédito*, n.º 195, págs. 185-222.
- Himmelberg, C.P. y B.C. Petersen (1994): “R&D and internal finance: a study of small firms in high-tech industries”, *Review of Economics and Statistics*, vol. 76, n.º 1, págs. 38-51.
- Hoshi, T., A. Kashyap y D. Scharfstein (1991): “Corporate structure, liquidity and investment: Evidence from Japanese panel data”, *Quarterly Journal of Economics*, vol. 106, págs. 33-60.
- Hubbard, R.G. (1998): “Capital-market imperfections and investment”, *Journal of Economic Literature*, vol. 36, págs. 193-225.
- Hubbard, R.G., A. Kashyap y T.M. Whited (1995): “Internal finance and firm investment”, *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 27(3), págs. 683-701.

- Jaramillo, F., F. Schiantarelli y A. Weis (1996): "Capital market imperfections before and after financial liberalization: An Euler equation approach to panel data for Ecuadorians firms", *Journal of Development Economics*, vol. 51(2), págs. 367-386.
- Kaplan, S.N. y L. Zingales (1997): "Do financing constraints explain why investment is correlated with *cash flow*?", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 112, págs. 169-215.
- Kaplan, S.N. y L. Zingales (2000): "Investment *cash flow* sensitivities are not valid measures of financing constraints", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 115, págs. 707-712.
- Kuh, E. (1963): *Capital stock growth: A micro-econometric approach*, North Holland, Amsterdam.
- Leland, H.E. y D.H. Pyle (1977): "Informational asymmetries, financial structure, and financial intermediation", *Journal of Finance*, vol. 32, págs. 371-387.
- Lonz, M. y I. Malitz (1985): "The investment-financing nexus: Some empirical evidence", *Midland Corporate Finance Journal*, vol. 3, págs. 53-59.
- Lozano, B., A. Miguel y J. Pindado (2001): "Determinantes financieros de los activos in-materiales", *Revista de Economía Aplicada*, vol 9, n.º 27, págs. 63-81.
- Mairesse, J., B. Hall y B. Mulkay (1999): "Firm level investment in France and United States: An exploration of what we have learned in twenty years", *Annales d'Économie et de Statistique*, n.º 55/56, págs. 27-67.
- Martín Marcos, A. (1990): "Estimación del *stock* de capital para los sectores de la EI", Documento interno n.º 4, Programa de Investigaciones Económicas, Fundación Empresa Pública.
- Martín, A. y C. Suárez (1997): "El *stock* de capital para las empresas de la encuesta sobre estrategias empresariales", Documento interno n.º 13, Programa de Investigaciones Económicas, Fundación Empresa Pública.
- Martínez-Ros, E. y J. Tribó (1999): "I+D y apalancamiento financiero en las empresas manufactureras españolas", *Ekonomiaz: Revista vasca de economía*, n.º 45, págs. 250-265.
- Mulkay, B., B. Hall y J. Mairesse (2001): "Investment and R&D in France and in the United States", en Deutsche Bundesbank (ed.) *Investing today for the world of tomorrow*, Springer Verlag.
- Myers, S.C. (1977): "Determinants of Corporate Borrowing", *Journal of Financial Economics*, vol. 5, págs. 147-175.
- Myers, S.C. y N.S. Majluf (1984): "Corporate financing and investment decisions when firms have information that investors do not", *Journal of Financial Economics*, vol. 13, págs. 187-221.
- Ocaña, C., V. Salas y J. Vallés (1994): "Un análisis empírico de la financiación de la pequeña y mediana empresa manufacturera española: 1983-1089", *Moneda y Crédito*, n.º 199, págs. 57-96.
- Oliner, S., G. Rudebusch y D. Sichel (1995): "New and old models of business investment: A comparison of forecasting performance", *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 27, págs. 806-826.
- Rajan, R.G y L. Zingales (1995): "What do we know about capital structure? Some evidence from international data", *The Journal of Finance*, vol. 50, págs. 200-204.
- Schiantarelli, F. (1996): "Financial constraints and investment: methodological issues and international evidence", *Oxford Review of Economic Policy*, vol. 12, págs. 71-89.
- Sinai, J.E. y O. Eckstein (1983): "Tax policy and business fixed investment revisited", *Journal of Economic Behaviour and Organization*, vol. 4, págs. 131-62.

- Stiglitz, J. y A. Weis (1981): "Credit rationing in markets with imperfect information", *American Economic Review*, vol. 71, págs. 393-410.
- Suárez, C. (2002): "Restricciones financieras al proceso innovador de las empresas", *Revista del Instituto de Estudios Económicos*, n.º 3, págs. 89-103.
- Whited, T.M. (1992): "Debt, liquidity constraints and corporate investment: Evidence from panel data", *Journal of Finance*, vol. 47(4), págs. 1425-1460.

Fecha de recepción del original: julio, 2004

Versión final: febrero, 2006

ABSTRACT

This paper empirically analyses the effects of liquidity constraints on R&D investment using a panel of Spanish manufacturing firms for the period 1991-1999. Our results provide evidence that suggests that financial variables in small firms are more relevant for R&D investment decisions. For small firms, we compare our results for investment in R&D with investment in physical capital and we do not find strong evidence that the latter is financially constraining.

Key words: financial constraint, R&D activities, SME.

JEL classification: G31, G32, O32.