



Universidad de Valladolid

**MÁSTER EN INVESTIGACIÓN EN CONTABILIDAD Y GESTIÓN
FINANCIERA**

**LA INFLUENCIA DE LA
INVERSIÓN EN I+D SOBRE LA
RENTABILIDAD EMPRESARIAL:
UN ANÁLISIS EMPÍRICO**

**Autor: Alba Prieto Nuño
Tutores: Dr. José Ángel Sanz Lara
Dr. José Miguel Rodríguez Fernández**

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Universidad de Valladolid

Valladolid, Septiembre, 2013

AGRADECIMIENTOS

Agradecer, en primer lugar, a Dr. José Ángel Sanz Lara y a Dr. José Miguel Rodríguez Fernández, tutores de este trabajo, por su apoyo y dedicación en la realización del mismo.

Así mismo, agradecer a mi padre Eliseo, a mi madre Carmen, a mi hermano Alberto y a Rodrigo el apoyo y la ayuda incondicional aportada a lo largo de mi vida, ya que sin ellos no hubiera llegado a donde estoy.

Por último, a todas estas personas que me han ayudado durante estos años y me han acompañado en mi estancia en Valladolid.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	4
1 ¿QUÉ ES INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO?	4
1.1 Definición de Investigación y Desarrollo	4
1.1.1 Investigación básica	5
1.1.2 Investigación aplicada	5
1.1.3 Desarrollo experimental	6
1.2 Actividades de apoyo a la Investigación y Desarrollo	6
1.2.1 Financiación de I+D	6
1.2.2 Apoyos indirectos	7
1.3 Vías para lograr Investigación y Desarrollo	7
2 ¿QUÉ ES INNOVACIÓN?	9
2.1 Tipos de innovación	9
2.1.1 Innovación de producto	9
2.1.2 Innovación de proceso	10
2.1.3 Innovación de mercadotecnia	10
2.1.4 Innovación de organización	11
3 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN EN ESPAÑA	12
3.1 Evolución de las patentes en España	12
3.2 Inversión en I+D en relación con el PIB por años y sectores de ejecución	13
3.3 Inversión y personal en I+D por Comunidades Autónomas	15
3.4 Políticas de I+D+i	17
4 COMPARACIÓN DE LA SITUACIÓN ESPAÑOLA CON LA SITUACIÓN DE LOS PAÍSES DE LA UNIÓN EUROPEA Y OTRAS POTENCIAS MUNDIALES	19
5 REPASO DE LA LITERATURA PREVIA	23

CAPÍTULO II: DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN EMPÍRICA	31
1 HIPÓTESIS A CONTRASTAR.....	31
2 MUESTRA DE DATOS Y FUENTE DE INFORMACIÓN	34
3 VARIABLES UTILIZADAS	37
3.1 Variables dependientes.....	37
3.2 Variables independientes.....	37
3.2.1 Variables relacionadas con la inversión en I+D	38
3.2.2 Ratios de solvencia	38
3.2.3 Coste de empleados	38
3.2.4 Variables de control	39
4 TÉCNICAS ECONÓMICAS APLICADAS.....	40
4.1 Regresión agrupada.....	40
4.2 Modelo de efectos aleatorios.....	41
4.3 Modelo de efectos fijos.....	41
4.4 Modelo de Mínimos Cuadrados Generales Factibles (MCGF)	42
4.5 Regresión con errores estándar corregidos por autocorrelación y heterocedasticidad (Prais-Winsten)	43
 CAPÍTULO III: RESULTADOS DEL ANÁLISIS EMPÍRICO	 45
1 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS Y CORRELACIONES BIVARIADAS.....	45
2 ESTIMACIÓN DE MODELOS: DATOS AGRUPADOS, EFECTOS FIJOS Y EFECTOS ALEATORIOS.....	49
2.1 Modelo agrupado	49
2.2 Modelo de efectos fijos.....	52
2.3 Modelo de efectos aleatorios.....	55
3 ANÁLISIS DE LA HETEROCEDASTICIDAD Y AUTOCORRELACIÓN	60
3.1 Contraste de autocorrelación	60
3.2 Contraste de heterocedasticidad (para efectos fijos)	61
3.3 Contraste de heterocedasticidad (efectos aleatorios)	62
4 TEST DE HAUSMAN ROBUSTO.	63
5 ESTIMACIÓN POR MÍNIMOS CUADRADOS GENERALIZADOS FACTIBLES (MCGF). ...	64
6 REGRESIÓN MEDIANTE EL MÉTODO DE PRAIS-WINSTEN.....	66
7 RESULTADOS GLOBALES DEL CONTRASTE DE LAS HIPÓTESIS DE PARTIDA.	70

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES	72
BIBLIOGRAFÍA.....	74
RECURSOS ON-LINE	77

ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

TABLAS

TABLA 1. INVERSIÓN EN I+D EN RELACIÓN CON EL PIB ESPAÑOL SEGÚN LOS SECTORES DE EJECUCIÓN	14
TABLA 2. INVERSIÓN PORCENTUAL EN I+D EN RELACIÓN DEL PIB EN LOS PAÍSES DE LA UNIÓN EUROPEA	20
TABLA 3. IMPACTO DE LA INVERSIÓN EN I+D: ALGUNOS TRABAJOS DE LOS ÚLTIMOS AÑOS	24
TABLA 4. HIPÓTESIS A CONTRASTAR Y RESULTADOS ESPERADOS	33
TABLA 5. EMPRESAS INCLUIDAS EN EL ANÁLISIS.....	35
TABLA 6. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LAS VARIABLES	45
TABLA 7. CORRELACIONES BIVARIADAS	46
TABLA 8. VARIABLES EXPLICATIVAS Y DE CONTROL INCLUIDAS EN EL ANÁLISIS	48
TABLA 9. ESTIMACIÓN DEL MODELO AGRUPADO	50
TABLA 10. ESTIMACIÓN DEL MODELO DE EFECTOS FIJOS	53
TABLA 11. ESTIMACIÓN DEL MODELO DE EFECTOS ALEATORIOS	55
TABLA 12. PRUEBA DEL MULTIPLICADOR DE LAGRANGE.....	58
TABLA 13. PRUEBA DE HAUSMAN	59
TABLA 14. TEST DE AUTOCORRELACIÓN DE WOOLDRIGE.....	60
TABLA 15. TEST DE WALD PARA HETEROCEDASTICIDAD EN EFECTOS FIJOS.....	61
TABLA 16. TEST DE LEVENE PARA HETEROCEDASTICIDAD EN EFECTOS ALEATORIOS ...	62
TABLA 17. TEST DE RESTRICCIONES SOBREIDENTIFICADAS	63
TABLA 18. ESTIMACIÓN POR MÍNIMOS CUADRADOS GENERALIZADOS FACTIBLES	64
TABLA 19. ESTIMACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO DE PRAIS-WINSTEN	66
TABLA 20. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES INDICADOR	69
TABLA 21. RESULTADOS DEL CONTRASTE DE HIPÓTESIS	70

GRÁFICOS

GRÁFICO 1. EVOLUCIÓN DE PATENTES QUE TIENEN EFECTOS EN ESPAÑA	13
GRÁFICO 2. INVERSIÓN EN I+D EN RELACIÓN CON EL PIB ESPAÑOL SEGÚN LOS SECTORES DE EJECUCIÓN	14
GRÁFICO 3. INVERSIÓN EN ACTIVIDADES DE I+D POR COMUNIDAD AUTÓNOMA ESPAÑOLA	15
GRÁFICO 4. PERSONAL RELACIONADO CON ACTIVIDADES DE I+D POR COMUNIDAD AUTÓNOMA ESPAÑOLA.....	16
GRÁFICO 5. INVERSIÓN PORCENTUAL EN I+D EN FUNCIÓN DEL PIB EN LOS PAÍSES DE LA UE EN 2011 Y SU OBJETIVO	22

INTRODUCCIÓN

El crecimiento empresarial es un tema que interesa mucho a las empresas, aunque en épocas de crisis lo que prima es la supervivencia. Para muchas empresas la inversión en Investigación y Desarrollo es un factor clave, ya que se producen mejoras que pueden dar como resultado ventajas competitivas, y más actualmente donde se crean nuevas necesidades para los clientes y se debe hacer un cambio constante.

Un instrumento que ha ayudado a la difusión de la innovación de la I+D de algunas empresas es la globalización¹ y la mejora de la transmisión de la información, siendo esta menos costosa y con una mayor y mejor accesibilidad.

Sin embargo hay otras muchas empresas que deciden no realizar una inversión en I+D, debido a que hay incertidumbre acerca de lo que puede conllevar dicha mejora. Además hay que añadir que el fracaso en un proyecto de Investigación y Desarrollo puede ser irrecuperable.

Otro problema a tener en cuenta es que haya empresas competidoras que pueden llegar a beneficiarse de la ventaja producida por la inversión en I+D de empresas ajenas.

Y otro inconveniente a añadir es que puede provocar que algunas empresas no quieran invertir es porque éstas no saben en cuanto tiempo se podrá observar la influencia de la inversión en I+D y cuando se podrá rentabilizar y obtener beneficios.

Además, cabe destacar que está el problema del Sector Público, donde en épocas de crisis las ayudas y subvenciones para realizar inversiones en Investigación, Desarrollo e innovación disminuye sin considerar las consecuencias.

¹ Según la Academia de la Lengua Española, se define “globalización” como “la tendencia de los mercados y de las empresas a extenderse, alcanzando una dimensión mundial que sobrepasa las fronteras nacionales”.

Por ello, el objetivo del presente trabajo es el de abordar el efecto que tiene la inversión en Investigación y Desarrollo que realizan las empresas sobre la rentabilidad obtenida por las mismas. Así mismo, identificar otras variables que puedan ser influyentes en la rentabilidad.

De esta forma, se va a relacionar a la variable rentabilidad del activo (ROA o "*Return on Assets*") con una medida de la inversión en Investigación y Desarrollo que realizan las empresas, pero sin olvidarse de algunos ratios económicos-financieros que son importantes para el análisis del rendimiento de la empresa.

En el primer capítulo se abordará en profundidad las definiciones que nos da la OCDE sobre Investigación, Desarrollo e Innovación.

A continuación, se realizará una descripción de la situación en España sobre la I+D, así como su evolución. También se hará una comparación con el resto de países de la Unión Europea y algunas de las principales potencias mundiales, viendo de esta manera qué países son más competitivos y qué objetivo es el que pretenden alcanzar.

Seguidamente, se hará un recorrido por la literatura previa que en los últimos años ha analizado el tema en cuestión. Diversos autores han estudiado la posible influencia mediante diferentes variables y han obtenido resultados diversos.

En el segundo capítulo, se explicará cómo se ha diseñado y estructurado el análisis empírico a analizar. Se ha elegido una muestra 42 empresas de la Unión Europea, pertenecientes al sector informático relacionado con los ordenadores, durante el periodo comprendido entre los años 2007-2011.

Después en el capítulo tres, se procederá al contraste de las hipótesis teóricas propuestas. Para ello se utilizara como método econométrico el análisis mediante regresión de datos de panel.

En el capítulo cuatro se tratarán las conclusiones obtenidas en el trabajo de investigación y se hablará de las posibles líneas de investigación futuras que se pueden abordar, así como de las limitaciones que presenta el trabajo.

Finalmente se presentan las fuentes bibliográficas utilizadas para llevar a cabo este trabajo.

Cabe destacar que se ha decidido no contrastar la posible influencia que tienen determinadas variables económico-financieras de las empresas sobre la inversión en Investigación y Desarrollo. Esto nos llevaría a incluir la variable dependiente utilizada en este análisis como una de las variables independientes, y a la variable independiente inversión en I+D como variable dependiente. Es decir, se puede realizar un análisis sobre la influencia inversa, pero no ha sido objeto de estudio en el presente trabajo.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1 ¿QUÉ ES INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO?

Para las empresas es importante realizar inversiones en Investigación y Desarrollo, ya que puede implicar su crecimiento económico y un aumento del bienestar. Pero la realidad es que son pocas las empresas que realizan grandes inversiones en Investigación y Desarrollo.

Lo mismo ocurre con los países. Éstos deben fomentar la inversión en I+D, ya que se traduce en una mayor competitividad. Pero en épocas de crisis es en lo primero que se recorta, pensando que no es un gasto importante.

A continuación se va a definir Investigación, Desarrollo e Innovación, así como las actividades que prestan financiación a la misma y las actividades que le dan apoyo. Para ello vamos a tomar como referencia los manuales de la OCDE: El Manual de Frascati (2003) y el Manual de Oslo (1997).

1.1 Definición de Investigación y Desarrollo

Según el Manual de Frascati (2003, p. 30), la OCDE define Investigación y Desarrollo experimental o I+D como “el trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos, incluido el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, y el uso de esos conocimientos para crear nuevas aplicaciones.”

De esta forma, la investigación y desarrollo incluye las actividades de investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental.

1.1.1 Investigación básica

En primer lugar, en el Manual de Frascati (2003, p. 30) se define investigación básica como “trabajos experimentales o teóricos que se emprenden principalmente para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de los fenómenos y hechos observables, sin pensar en darles ninguna aplicación o utilización determinada.”

Este tipo de investigación es la que se desarrolla en los laboratorios, por lo que la mayor parte de las veces lo realizan empresas públicas como las Universidades u otros Organismos públicos.

Las consecuencias que se traducen de este tipo de investigación son inexistentes, pero son importantes para conocer y comprender mejor las situaciones que se están estudiando y analizando. Además es el camino que luego va a conducir a la investigación práctica.

1.1.2 Investigación aplicada

En segundo lugar se define a la investigación aplicada como “trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos; sin embargo, está dirigida fundamentalmente hacia un objetivo práctico específico.” Manual de Frascati (2003, p. 30)

Esta investigación es importante ya que puede dar lugar a ventajas competitivas para una determinada empresa, debido a que no sólo busca la adquisición de un conocimiento, sino la solución de un determinado problema. Las consecuencias prácticas son lo que más le interesa al investigador, dando respuesta a las hipótesis de la investigación y a los objetivos de lo que se pretende investigar. Al final del estudio, debe haberse propuesto una conclusión y unos resultados para las hipótesis y objetivos dados anteriormente.

Un ejemplo de empresas que desarrollan este tipo de investigación, son las farmacéuticas, mediante la obtención de una vacuna o un fármaco contra una determinada enfermedad. Otro caso es el de la industria cosmética, tratando de conseguir un nuevo cosmético.

1.1.3 Desarrollo experimental

Finalmente, el Manual de Frascati (2003, p. 30) define Desarrollo experimental como “trabajos sistemáticos que aprovechan los conocimientos existentes obtenidos de la investigación y/o la experiencia práctica, y está dirigido a la producción de nuevos materiales, productos o dispositivos; a la puesta en marcha de nuevos procesos, sistemas y servicios, o a la mejora sustancial de los ya existentes.”

El impacto que produce el desarrollo experimental es grande, ya que sirve para el desarrollo de nuevos productos, materiales o dispositivos, que puedan reflejar resultados positivos para las empresas o instituciones. Este tipo de investigación lo realizan las empresas privadas, ya que conllevan a la obtención de una ventaja competitiva.

1.2 Actividades de apoyo a la Investigación y Desarrollo

Por otro lado, en el Manual de Frascati (2003) se definen otras actividades que complementan a las actividades de I+D. Son las actividades que dan apoyo indirecto a I+D y las actividades de financiación.

1.2.1 Actividades de financiación de I+D

El Manual de Frascati (2003, p.33) define a las actividades de financiación de I+D como “las actividades realizadas por ministerios, organismos de investigación, fundaciones u organizaciones benéficas, para reunir, administrar y distribuir fondos de I+D a los ejecutores”.

En ese sentido pueden ser tanto ayudas públicas como privadas. Y también se puede hacer una distinción entre ayudas financieras (préstamos o subvenciones) y no financieras, definiéndose estas últimas como las que se realizan mediante la cooperación entre Universidades y empresas, o la cooperación entre diferentes países.

Un ejemplo de ayuda financiera es la ofrecida por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial en España para proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación que se realicen por empresas o en cooperación. Así como mediante ayudas regionales dadas por las Comunidades Autónomas.

1.2.2 Actividades de apoyo indirectas

Entre las actividades de apoyo indirectas, cabe destacar las siguientes²:

- Las actividades de transporte, almacenamiento, limpieza, reparación, conservación y seguridad.
- Las actividades administrativas y trabajos de oficina no realizados exclusivamente para el desarrollo de I+D. Son actividades de presupuesto y control realizadas por los servicios centrales.

1.3 Vías para lograr Investigación y Desarrollo

La forma para obtener una innovación a partir de la investigación y desarrollo puede ser interna o externa.

Se entiende por Investigación y Desarrollo interno el que se desarrolla dentro de la propia empresa. Con ello se pretende conseguir una posible ventaja en el mercado respecto a sus competidores. Al desarrollar I+D de forma interna, es más difícil para los competidores acceder a información sobre lo que se pretende mejorar o desarrollar.

Por el contrario otras empresas son más partidarias de adquirir de forma externa los servicios de I+D. Esto es debido a que hay empresas que no se pueden permitir el desarrollo interno de un departamento de investigación científica. Y otras que ven más rentable un ahorro en la subcontratación de esta actividad de forma externa.

² Para una explicación más detallada consúltese el Manual de Frascati (2003).

Finalmente hay empresas que suelen complementar las dos vías para lograr la Investigación y Desarrollo, es decir, utilizan la adquisición externa y también realizan ellas mismas las actividades de I+D. Así abren sus puertas para llegar a nuevas ideas y conocimientos que complementen los que ya poseen ellos. Un claro ejemplo es el de los acuerdos entre empresas y universidades.

2 ¿QUÉ ES INNOVACIÓN?

Por otro lado, la OCDE en el Manual de Oslo (2005, p. 56) define innovación como, “la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores.”

2.1 Tipos de innovación

Dentro de la definición de innovación se realiza una distinción entre los diferentes tipos que puede existir. Son innovación en producto, innovación en proceso, innovación en mercadotecnia e innovación en la organización. Veamos cada uno de ellos con más detalle.

2.1.1 Innovación de producto

En primer lugar, en el Manual de Oslo (2005, p. 58) se define innovación de producto como “la introducción de un bien o de un servicio nuevo, o significativamente mejorado, en cuanto a sus características o en cuanto al uso al que se destina. Esta definición incluye la mejora significativa de las características técnicas, de los componentes y los materiales, de la informática integrada, de la facilidad de uso u otras características funcionales.”

Los objetivos que se pretenden conseguir con este tipo de innovación suele ser el de reemplazar algunos productos que ya no se pueden comercializar, aumentar la cuota de mercado de la empresa, acceder a un nuevo segmento, modificar un producto que ya se comercializaba, mejorar la calidad de los bienes y servicios, desarrollar productos que sean respetuosos con el medioambiente, con la cultura de cada país y con las leyes, etc.

2.1.2 Innovación de proceso

En segundo lugar, se define innovación de proceso como “la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, proceso de producción o de distribución. Ello implica cambios significativos en las técnicas, los materiales y/o los programas informáticos.” Manual de Oslo (2005, p. 59).

En este sentido la innovación de proceso puede realizarse mediante el cambio de un proceso a otro totalmente nuevo, mediante la aplicación de nuevas tecnologías o la combinación de varias tecnologías para la obtención de productos nuevos o mejorados. Otra forma es la modificación del proceso que había ya dentro de la empresa.

Los objetivos que se quieren alcanzar son: la mejora de la calidad del producto o servicio prestado al consumidor, una reducción de costes dentro de la empresa (salarios, materias primas, etc.), eliminación de errores, aumento de la capacidad competitiva de la empresa, cumplir con las normas, mejorar la calidad de trabajo dentro de la empresa, etc.

2.1.3 Innovación de mercadotecnia

En tercer lugar, el Manual de Oslo (2005, p. 60) define innovación de mercadotecnia como, “la aplicación de un nuevo método de comercialización que implique cambios significativos del diseño o el envasado de un producto, su posicionamiento, su promoción o su tarificación”.

Por ello vemos que a partir del reconocimiento de una necesidad en el mercado, las empresas deben desarrollar estrategias para poder explotarlo y así poder satisfacer dicha necesidad. Hay que ver que las necesidades y gustos de los consumidores van cambiando a lo largo del tiempo.

Este tipo de innovación es muy importante para las empresas para poder asegurar la supervivencia de la misma en el mercado.

Los objetivos a conseguir son: un aumento de la cuota de mercado, la introducción en nuevos mercados o segmentos, que los clientes puedan acceder de mejor forma de los productos o servicios, satisfacer una demanda, mejorar las relaciones con los clientes, etc.

2.1.4 Innovación de organización

Finalmente, el Manual de Oslo (2005, p. 62) comenta que se produce una innovación en organización cuando se dan alguno de estos tres supuestos:

- “Introducción de un nuevo método organizativo en las prácticas.
- Introducción de un nuevo método organizativo en la organización del lugar de trabajo.
- Introducción de un nuevo método organizativo en la organización de las relaciones exteriores de la empresa.”

Con este tipo de innovación, lo que pretende la empresa es una mejora de la organización (reducción de los costes administrativos, mejorando el nivel de satisfacción dentro del lugar de trabajo, reduciendo costes de materias primas, organizando o mejorando las rutinas de trabajo, implantando un sistema de gestión de calidad, mejorar la estructura organizativa, etc.).

3 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN EN ESPAÑA

En el siguiente apartado del marco teórico se va a describir la situación de España en materia de Investigación y Desarrollo así como las políticas que se han desarrollado para mejorar dicha situación.

3.1 Evolución de las patentes en España

La evolución de las patentes que tienen efectos en España viene descrita en el Gráfico 1. La tendencia en la solicitud de patentes, durante el periodo comprendido entre 1997 y 2011, ha sido positiva. También podemos observar que hubo una disminución en los años en los que comenzó la crisis, en 2007. Pero a partir del año 2009 estas aumentaron, volviendo a la tendencia original, aunque la variación anual de solicitudes entre el 2010 y el 2011 ha sido de un 3,70%, una variación menor que en años anteriores.

Por otro lado la concesión de las patentes ha aumentado pero en menor proporción que la solicitud de patentes, pasando de 15.608 concesiones en 1997 a 21.444 en 2011. En 2007 hubo una disminución significativa debido a la crisis, que continuó durante los siguientes años hasta que en 2010 esta tendencia empezó a cambiar.

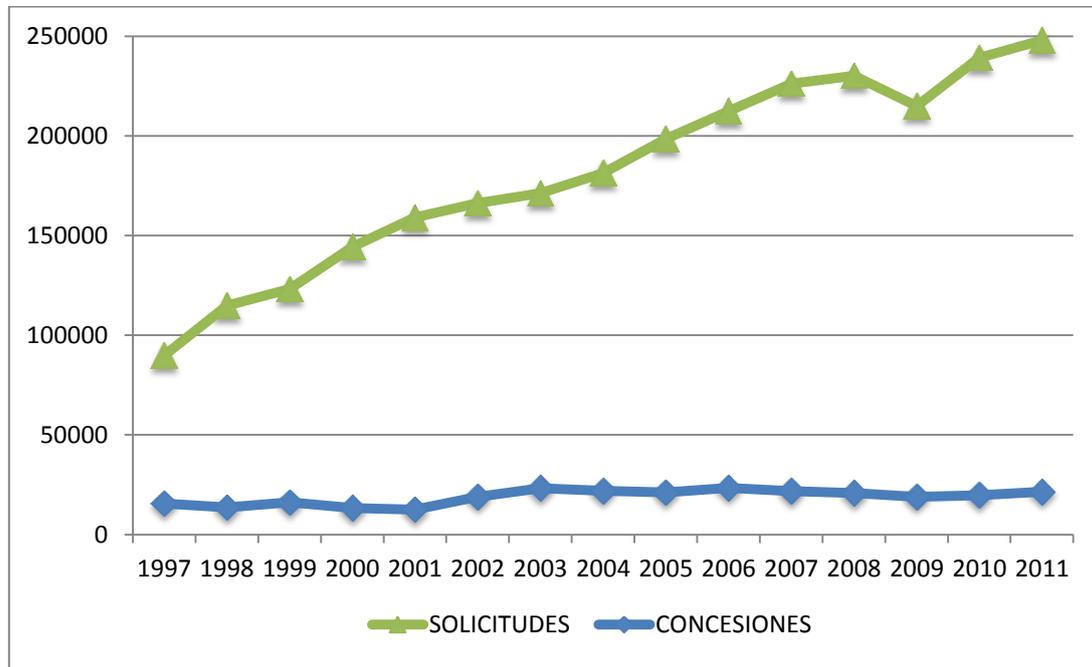
Cabe destacar que las vías para la solicitud de patentes con efectos en España son tres: la vía europea directa³, la vía internacional⁴ y la vía nacional directa⁵. La vía europea directa presenta un mayor número que la vía nacional directa.

³ La vía europea directa de solicitudes y concesiones: se presentan directamente en la Oficina Europea de Patentes (EPO) y que se designan a España.

⁴ La vía internacional: permite únicamente una patente en cada uno de los estados firmantes del Tratado Internacional de Patentes (PTC). Sin embargo, no es un procedimiento de concesión de patentes.

⁵ La vía nacional directa de solicitudes y concesiones: se presentan directamente en la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM).

GRÁFICO 1. EVOLUCIÓN DE PATENTES QUE TIENEN EFECTOS EN ESPAÑA



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Instituto Nacional de Estadística (estadísticas de propiedad industrial).

3.2 Inversión en I+D en relación con el PIB por años y sectores de ejecución

La evolución de la inversión en I+D en relación con el PIB español viene descrito en el Gráfico 2. La tendencia ha sido creciente hasta llegar al 2010 y a partir de ese año la evolución es decreciente. Esto puede ser debido a la crisis económica y financiera que hay en España.

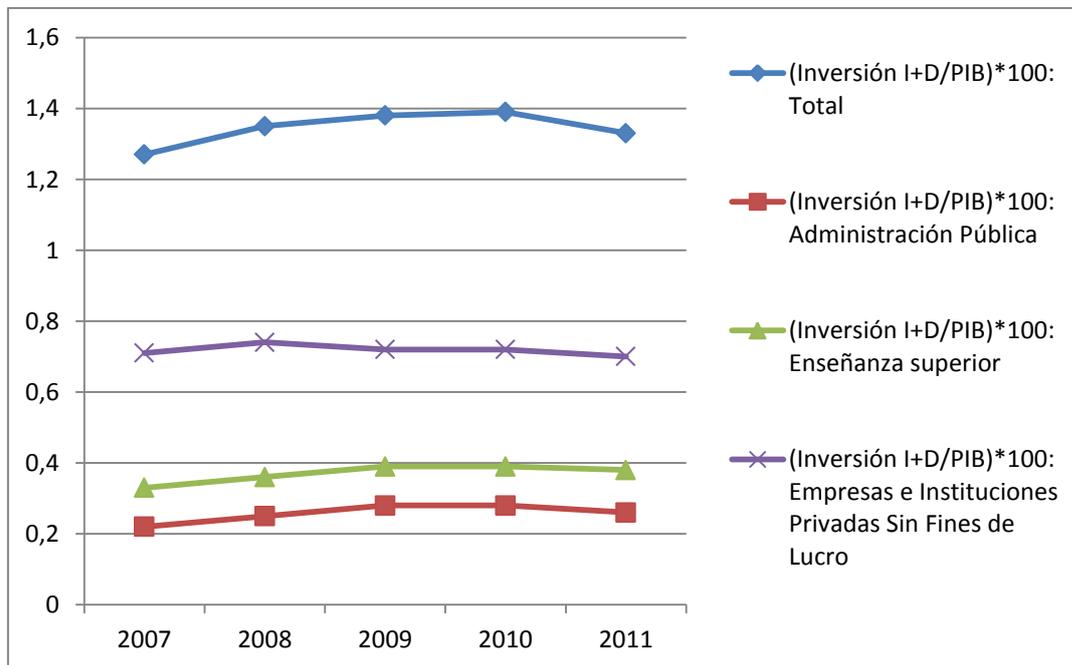
Si hacemos una diferenciación por sectores, la mayor inversión de I+D en relación con el PIB lo realizan las empresas y las instituciones privadas sin ánimo de lucro, siendo la media de un 0,718%. Le sigue la enseñanza superior, que realiza una inversión en I+D en relación con el PIB en torno al 0,37% como media. Y, finalmente, la administración pública es la que menos invierte en I+D en relación con el PIB, siendo de un 0,258%.

TABLA 1. INVERSIÓN EN I+D EN RELACIÓN CON EL PIB ESPAÑOL SEGÚN LOS SECTORES DE EJECUCIÓN.

Periodo	PIB	(Inversión I+D/PIB) *100: Total	(Inversión I+D/PIB) *100: Administración Pública	(Inversión I+D/PIB) *100: Enseñanza superior	(Inversión I+D/PIB) *100: Empresas e IPSFL ⁶
2007	1.053.537	1,27	0,22	0,33	0,71
2008	1.088.124	1,35	0,25	0,36	0,74
2009	1.053.914	1,38	0,28	0,39	0,72
2010	1.048.883	1,39	0,28	0,39	0,72
2011	1.063.355	1,33	0,26	0,38	0,70

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (indicadores de ciencia y tecnología).

GRÁFICO 2. INVERSIÓN EN I+D EN RELACIÓN CON EL PIB ESPAÑOL SEGÚN LOS SECTORES DE EJECUCIÓN.



Fuente: Elaboración propia a partir del Instituto Nacional de Estadística (estadísticas de propiedad industrial).

⁶ IPSFL: Instituciones Privadas Sin Fines de Lucro.

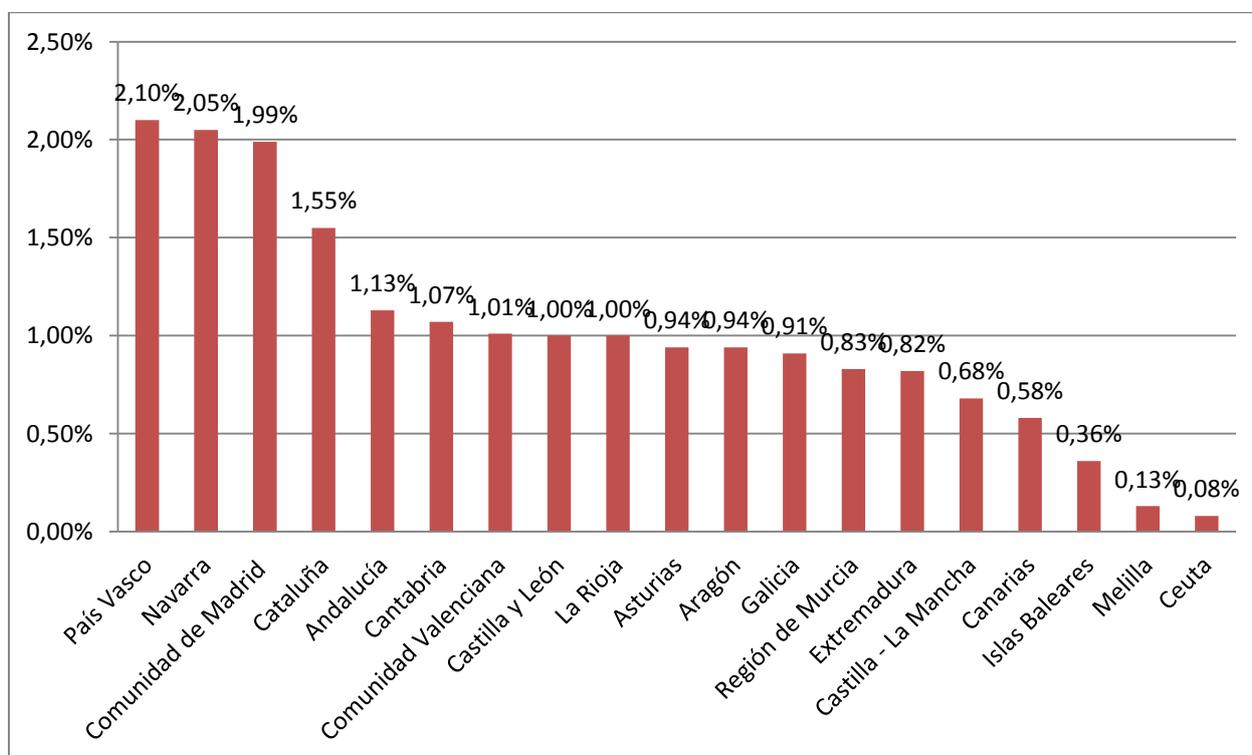
3.3 Inversión y personal en I+D por Comunidades Autónomas.

El Gráfico 3 muestra la inversión en las actividades de I+D en porcentaje del PIB por Comunidades Autónomas en 2011.

Las que menos invirtieron en actividades de I+D en porcentaje del PIB fueron Ceuta (0,08%), Melilla (0,13%), Baleares (0,36%), Canarias (0,58%), Castilla la Mancha (0,68%), Extremadura (0,82%) y Murcia (0,83%).

Las Comunidades Autónomas que más inversión realizaron en actividades de I+D en porcentaje del PIB en 2011 fueron País Vasco (2,10%), Navarra (2,05%), la Comunidad de Madrid (1,99%) y Cataluña (1,55%).

GRÁFICO 3. INVERSIÓN EN ACTIVIDADES DE I+D POR COMUNIDAD AUTÓNOMA ESPAÑOLA



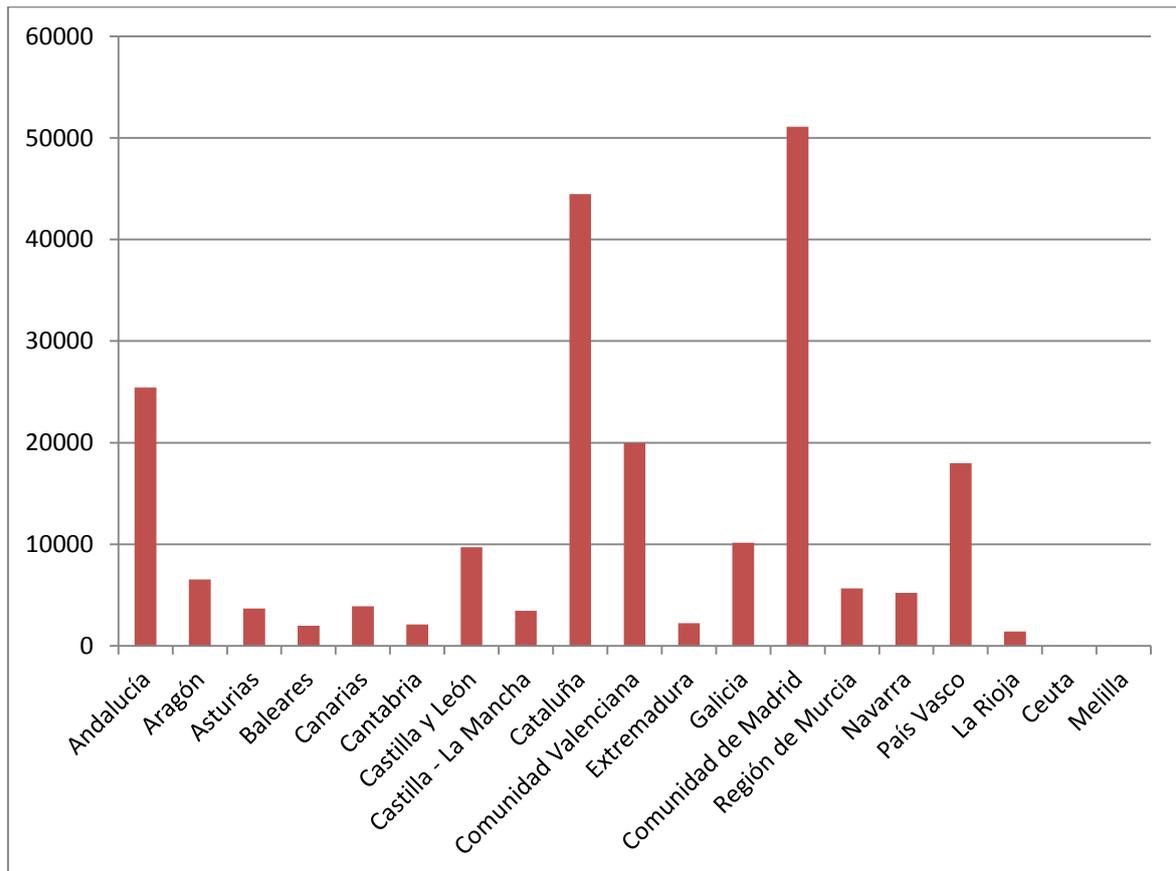
Fuente: Elaboración propia a partir del Instituto Nacional de Estadística (estadísticas de propiedad industrial).

En el Gráfico 4 se muestra el personal que trabaja en actividades de I+D en 2011 según cada Comunidad Autónoma.

Del total de 215.078 de personas que se dedicaron a actividades de I+D a jornada completa, la mayor parte se encuentra en las Comunidades Autónomas donde se realizó un mayor gasto en I+D en porcentaje del PIB (Comunidad de Madrid, Cataluña, Andalucía, Comunidad Valenciana y País Vasco).

Donde existe menos personal dedicado a actividades de I+D, es en las Comunidades Autónomas donde se realizó un menor gasto en I+D en porcentaje del PIB (Ceuta, Melilla y Baleares).

GRÁFICO 4. PERSONAL RELACIONADO CON ACTIVIDADES DE I+D POR COMUNIDAD AUTÓNOMA ESPAÑOLA



Fuente: Elaboración propia a partir del Instituto Nacional de Estadística

3.4 Políticas de I+D+i

Un problema de España es que, en lo que se refiere a I+D, la situación es inferior al de algunos países de la Unión Europea y al de las potencias mundiales, por ello se ha desarrollado la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación 2013-2020.

Esta estrategia pretende que se mejore la situación de España ya que sufre problemas como altas tasas de paro, mala situación de la actividad empresarial, una disminución de la posición competitiva, etc. El objetivo es la obtención de conocimiento científico y técnico que luego se pueda aplicar a la producción, a la mejora del bienestar de la sociedad, y en consecuencia que se produzca una mejora de la situación económico-financiera.

La Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación 2013-2020 debe alinearse a las políticas de la Unión Europea referentes a la I+D+i.

El objetivo principal descritos en Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación 2013-2020 (2013, p.20-23) que presenta es el de fomentar y desarrollar las actividades de I+D+i en España. Los objetivos específicos son⁷:

- El reconocimiento y promoción del talento y su empleabilidad, mediante la formación y capacitación en I+D+i, el desarrollo de la carrera investigadora y la incorporación de recursos humanos en I+D+i.
- El fomento de la investigación científica y técnica de excelencia mediante la generación de conocimiento de frontera, el desarrollo de tecnologías emergentes, el fortalecimiento institucional y la consolidación y usos de infraestructuras científicas y técnicas singulares.
- Potenciar el liderazgo empresarial en I+D+i a través de actuaciones como, el impulso a las actividades empresariales de I+D+i, las tecnologías facilitadoras esenciales e I+D+i colaborativa orientada al tejido productivo

⁷ Para una profundización sobre los objetivos y planes de la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación 2013-2020 consúltese en la web del Ministerio de Economía y Competitividad: <http://www.idi.mineco.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.7eeac5cd345b4f34f09dfd1001432ea0/?vgnnextoid=49c1a9d3a268c310VgnVCM1000001d04140aRCRD>

- Desarrollar investigación orientada a:
 - Salud, cambio demográfico y bienestar.
 - Seguridad y calidad alimentarias, agricultura productiva y sostenible, sostenibilidad de los recursos naturales, investigación marina, marítima y en materia de aguas interiores.
 - Energía, seguridad y modelos energéticos, seguros, sostenibles y eficientes.
 - Transporte inteligente, sostenible e integrado.
 - Acción sobre el clima, eficiencia recursos y materias primas.
 - Cambios e innovaciones sociales.
 - Economía y sociedad digital.
 - Seguridad, protección de las libertades y Derechos de los ciudadanos.

4 COMPARACIÓN DE LA SITUACIÓN ESPAÑOLA CON LA SITUACIÓN DE LOS PAÍSES DE LA UNIÓN EUROPEA Y OTRAS POTENCIAS MUNDIALES

A continuación se va a realizar una comparación de la situación de la Investigación y Desarrollo en España con el resto de países de la Unión Europea y otras potencias mundiales como EEUU, Rusia y Japón.

Ya se ha descrito en el apartado 3 que la situación Española es inferior a la de algunos países, lo que provoca una menor competitividad.

El Grafico 5 indica la inversión en I+D en función del PIB en los países de la UE en 2011 y su valor objetivo. Este gráfico se elabora a partir de la Tabla 2, para ver mejor el porcentaje de inversión en I+D en función del PIB.

En la mayoría de los países la inversión en I+D en función al PIB es menor que el valor objetivo, salvo en Dinamarca, donde la inversión en I+D en porcentaje del PIB superó al valor objetivo. Por otro lado, el valor de España no se acerca al valor objetivo, ya que la inversión en I+D es de 1,33% en 2011 y el objetivo se encuentra en 3%. Además la inversión de la UE de los 25 es superior al de España, por lo que se puede considerar un valor de inversión bajo.

Los países que realizan más inversión en I+D respecto de su PIB son Dinamarca, Alemania, Estonia, Francia, Eslovenia, Austria, Finlandia y Suecia.

Por otro lado, cabe destacar que la situación de la Unión Europea 25 está por debajo de la de Estados Unidos y Japón, ya que para los periodos 2006-2009 han realizado una inversión superior en I+D.

TABLA 2. INVERSIÓN PORCENTUAL EN I+D EN RELACIÓN DEL PIB EN LOS PAÍSES DE LA UE⁸

Países	2006	2007	2008	2009	2010	2011	OBJETIVO
EU-25	1,85	1,85	1,92 (s)	2,02 (s)	2,01 (s)	2,03 (s)	3
Bélgica	1,86	1,89	1,97	2,03	2,01	2,04 (p)	3
Bulgaria	0,46	0,45	0,47	0,53	0,6	0,57 (p)	1,5
Republica Checa	1,49	1,48	1,41	1,47	1,55	1,84	: (i)
Dinamarca	2,48	2,58 (b)	2,85	3,16	3,07	3,09 (ep)	3
Alemania	2,54	2,53	2,69	2,82	2,8	2,84 (e)	3
Estonia	1,13	1,08	1,28	1,43	1,63	2,38 (p)	3
Irlanda	1,25	1,29	1,46	1,76 (e)	1,71 (e)	1,72 (ep)	: (i)
Grecia	0,59 (e)	0,6 (e)	:	:	:	:	: (i)
España	1,2	1,27	1,35	1,39	1,39	1,33	3
Francia	2,11	2,08	2,12	2,27	2,24 (b)	2,25 (ep)	3
Italia	1,13	1,17	1,21	1,26	1,26	1,25 (p)	1,53
Chipre	0,43	0,44	0,43	0,49	0,5	0,48 (p)	0,5
Letonia	0,7	0,6	0,62	0,46	0,6	0,7 (p)	1,5
Lituania	0,79	0,81	0,8	0,84	0,8	0,92 (p)	1,9
Luxemburgo	1,66	1,58 (e)	1,66	1,72	1,48	1,43 (ep)	2,3
Hungría	1,01	0,98	1	1,17	1,17	1,21	1,8
Malta	0,62	0,58	0,56	0,54	0,67	0,73 (p)	0,67
Holanda	1,88	1,81	1,77	1,82	1,85	2,04 (bp)	2,5
Austria	2,44	2,51	2,67 (e)	2,71	2,79 (e)	2,75 (ep)	3,76
Polonia	0,56	0,57	0,6	0,67	0,74	0,77	1,7
Portugal	0,99 (e)	1,17	1,5 (b)	1,64	1,59	1,5 (p)	2,7
Rumania	0,45	0,52	0,58	0,47	0,46	0,48	2

Fuente: Eurostat

⁸ := no disponible,
s= estimación de Eurostat
e= estimado
b= corte en la serie
p=provisional

TABLA 2. INVERSIÓN PORCENTUAL EN I+D EN RELACIÓN DEL PIB EN LOS PAÍSES DE LA UE⁸ (continuación)

Países	2006	2007	2008	2009	2010	2011	OBJETIVO
Eslovenia	1,56	1,45	1,66 (b)	1,85	2,09	2,47 (bp)	3
Eslovaquia	0,49	0,46	0,47	0,48	0,63	0,68	1
Finlandia		3,47	3,7	3,94	3,9	3,78	4
Suecia	3,68 (e)	3,4	3,7 (e)	3,6	3,39 (e)	3,37 (bep)	4
Reino Unido	1,74	1,77	1,78 (e)	1,85 (e)	1,8 (e)	1,77 (p)	:
Islandia	2,99	2,68	2,65	3,11	:	:	:
Noruega	1,48	1,59	1,58	1,78	1,69	1,7 (p)	:
Suiza	:	:	2,87	:	:	:	:
Croacia	0,75	0,8	0,9	0,85	0,75	0,75	:
Japón	3,41	3,46	3,47 (b)	3,36	:	:	:
Rusia	1,07	1,12	1,04	1,24	1,11	:	:
EEUU	2,62	2,69	2,82	2,87	:	:	:

Fuente: Eurostat

⁸ := no disponible

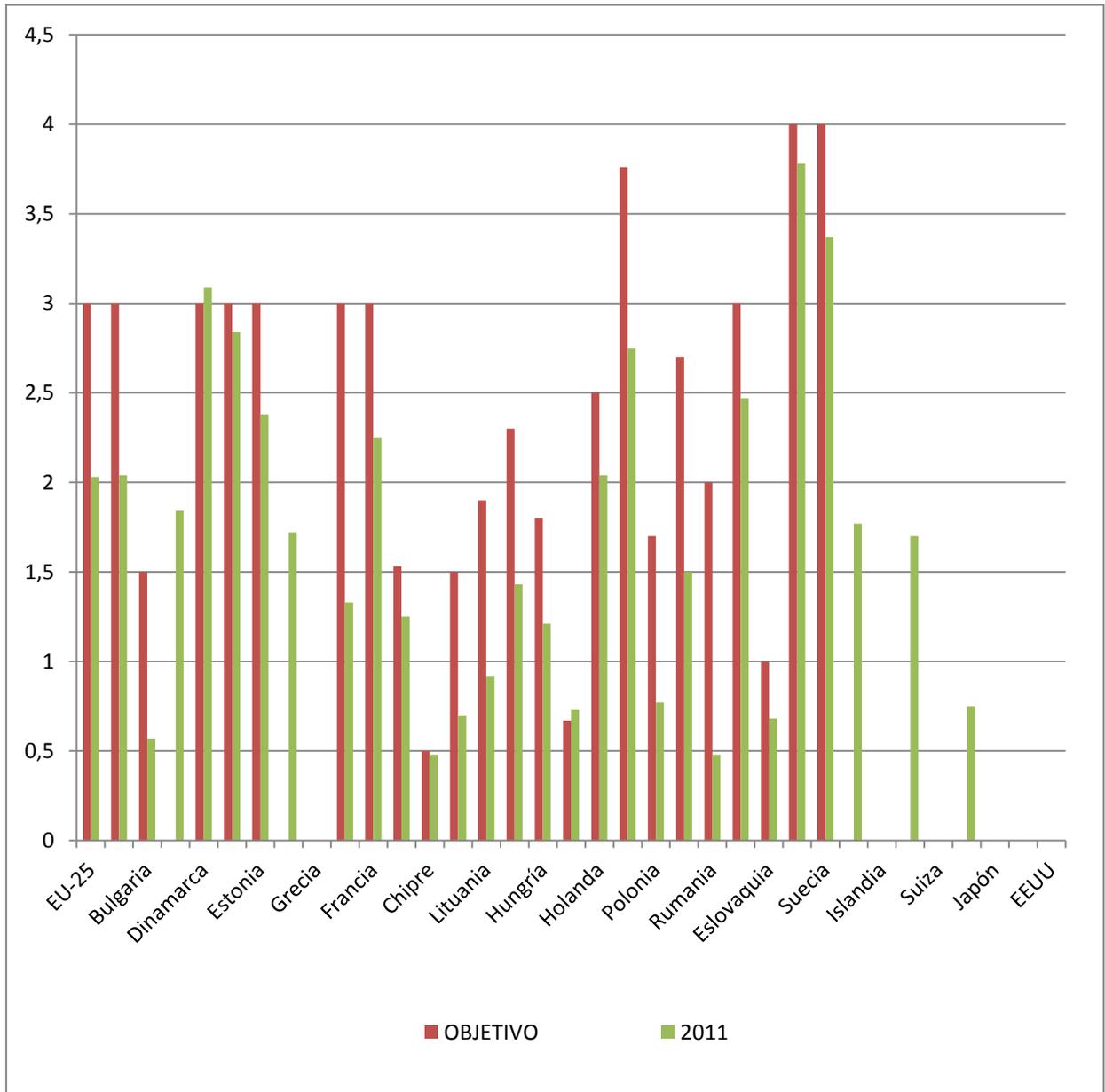
s= estimación del Eurostat

e= estimado

b= corte en la serie

p=provisional

GRÁFICO 5. INVERSIÓN PORCENTUAL EN I+D EN FUNCIÓN DEL PIB EN LOS PAÍSES DE LA UE EN 2011 Y SU OBJETIVO



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de Eurostat

5 LITERATURA PREVIA

La influencia de la Investigación y el Desarrollo ha sido un tema tratado en diferentes investigaciones, debido a que se le da una gran importancia en la mejora de la competitividad de las empresas.

Cada autor escoge para el estudio de esas influencias una variable dependiente que represente una medida de la rentabilidad o valor de la empresa, como por ejemplo el valor de mercado de la empresa, la rentabilidad sobre activos o ROA, las ventas, el crecimiento de la facturación de la empresa, etc. También toma variables económico-financieras independientes distintas, pero siempre incluyendo en el análisis una variable relacionada con la inversión en I+D.

Las conclusiones obtenidas en cada trabajo son distintas, por ello voy a realizar un repaso general sobre algunas investigaciones que se han realizado en los últimos años. Las encontramos desarrolladas en la Tabla 3.

TABLA 3: IMPACTO DE LA INVERSIÓN EN I+D: ALGUNOS TRABAJOS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS

AUTORES	OBJETIVOS E HIPÓTESIS	MUESTRA	VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLES INDEPENDIENTES	TÉCNICA EMPLEADA	RESULTADOS
Del Monte y Papagni (2003)	<p>Realizan un estudio empírico sobre la I+D y el crecimiento de las empresas.</p> <p>El objetivo del estudio es comprobar que las empresas con un fuerte compromiso con la Investigación y Desarrollo tienen una mayor tasa de crecimiento.</p> <p>El estudio se realiza en 2 pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El primero: prueba de la Ley de Gibrat¹⁰ - El segundo: comprobar la importancia de la I+D como factor determinante del crecimiento de las empresas. 	Toma una muestra de 500 empresas italianas, con datos del periodo comprendido entre el 1989-1997	La tasa de crecimiento de la empresa.	<ul style="list-style-type: none"> - La tasa de crecimiento de las ventas de la empresa. - La relación entre el nivel de I + D y las ventas. - La proporción de los gastos totales en tecnología de la información sobre la inversión en equipo. - La tasa de crecimiento del valor añadido real del sector. 	Análisis de datos de panel con efectos aleatorios y método generalizado de momentos.	El resultado indica que la intensidad de la Investigación y Desarrollo de las empresas es un factor de crecimiento significativo no sólo en el sector de alta tecnología, sino también en las firmas tradicionales.

¹⁰ La Ley de Gibrat verifica si el tamaño de la empresa afecta de manera significativa el crecimiento de la misma. Esta ley afirma que el tamaño de la empresa es un paseo aleatorio.

TABLA 3: IMPACTO DE LA INVERSIÓN EN I+D: ALGUNOS TRABAJOS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS (continuación)

AUTORES	OBJETIVOS E HIPÓTESIS	MUESTRA	VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLES INDEPENDIENTES	TÉCNICA EMPLEADA	RESULTADOS
Añón y Manjón (2009)	El objetivo del estudio es valorar la influencia de la internacionalización en la contribución de la I+D a la productividad.	458 empresas británicas con datos durante el periodo 2002-2006.	Valor añadido: (Cifra de Ventas- Coste de ventas)/Índice de Precios al Productor	<ul style="list-style-type: none"> - Edad: años desde la fundación. - Capital: Valor de los Activos Tangibles/Índice de precios de la inversión. - Trabajo: número de empleados. - Materiales intermedios: Coste de las Ventas/Índices de Precios de los Factores Intermedios. - I+D: Gastos de I+D/Índices de Precios de los Factores Intermedios 	Regresión ¹¹	Las empresas multinacionales son más eficientes que las firmas domesticas en términos de la contribución de la I+D a la productividad.

¹¹ El rendimiento de I+D se calcula a partir de la estimación semiparamétrica de la función de producción de Cobb-Douglas: $Q=AT^\alpha K^\beta$.

Dónde: Q = producción total, T = trabajo, K = capital, A = factor total de productividad y α y β son las elasticidades producto del trabajo y el capital, respectivamente.

TABLA 3: IMPACTO DE LA INVERSIÓN EN I+D: ALGUNOS TRABAJOS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS (continuación)

AUTORES	OBJETIVOS E HIPÓTESIS	MUESTRA	VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLES INDEPENDIENTES	TÉCNICA EMPLEADA	RESULTADOS
Hall y otros (2009)	Pretende medir la rentabilidad de la I + D.	Para el estudio se ha tomado como muestra empresas de EE.UU. con datos durante un período de cuatro años (1996 -1999 y 2002-2005).	Medidas de rentabilidad: <ul style="list-style-type: none"> - El crecimiento de la capitalización de mercado. - La rentabilidad para los accionistas. - El porcentaje del margen bruto. - El porcentaje del margen de operación. - El crecimiento del margen bruto. - El crecimiento del margen de operación. - El crecimiento de las ventas. 	<ul style="list-style-type: none"> - El gasto en I+D sobre ventas - El tiempo medio (años) los medios - La industria media 	Regresión a partir de la función de producción de Cobb-Douglas	El resultado indica que, para la muestra en su conjunto, los márgenes brutos son aproximadamente proporcionales a la intensidad de la I+D. Por el contrario, los rendimientos del accionista no. Las tasas de crecimiento de la capitalización de mercado, las ventas, los márgenes brutos y los márgenes operativos están débilmente relacionados con la I+D.

TABLA 3: IMPACTO DE LA INVERSIÓN EN I+D: ALGUNOS TRABAJOS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS (continuación)

AUTORES	OBJETIVOS E HIPÓTESIS	MUESTRA	VARIABLE DEPENDIENTE		VARIABLES INDEPENDIENTES		TÉCNICA EMPLEADA	RESULTADOS
Mojtahedzadeh y Abedi (2010)	<p>El objetivo de este estudio es evaluar el efecto de los gastos de Investigación y Desarrollo en el valor de las empresas.</p> <p><i>Hipótesis:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - H₁: Existe asociación significativa entre la I+D y el volumen de ventas de la empresa. - H₂: Existe asociación significativa entre la I+D y la reducción de los gastos totales de las empresas. - H₃: El beneficio operativo en empresas de I+D se evalúa menos en el mercado con respecto a las empresas sin I+D. - H₄: Existe asociación significativa entre la I+D y la persistencia de las ganancias extraordinarias. 	Empresas farmacéuticas	H ₁	El volumen de ventas	H ₁	Gastos en Investigación y Desarrollo	Regresión	<p>Los resultados obtenidos del análisis han reflejado que la I+D aumenta ventas y gastos. Además la persistencia de ganancias extraordinarias aumentará pero sin ningún impacto en el valor de mercado.</p>
			H ₂	Los gastos totales de las empresas	H ₂	Gastos en Investigación y Desarrollo		
			H ₃	El valor de mercado de la empresa	H ₃	Variables independientes ¹²		
			H ₄	La persistencia de ganancias extraordinarias	H ₄	Variables independientes ¹³		

¹² Las variables independientes de la tercera hipótesis son: el valor contable de la empresa en el período t, el beneficio operativo de la empresa en el período t, el dividendo en el período t, otra información, el gasto en I+D en el período t, los gastos de I+D multiplicados por los ingresos de explotación y los gastos de I+D multiplicados por el dividendo.

¹³ Las variables independientes de la cuarta hipótesis son las mismas que las de la tercera hipótesis.

TABLA 3: IMPACTO DE LA INVERSIÓN EN I+D: ALGUNOS TRABAJOS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS (continuación)

AUTORES	OBJETIVOS E HIPÓTESIS	MUESTRA	VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLES INDEPENDIENTES	TÉCNICA EMPLEADA	RESULTADOS
Schimke y Brenner (2011)	<p>El objetivo es examinar la estructura temporal de los efectos de la Investigación y Desarrollo sobre el crecimiento de las empresas.</p> <p>Hipótesis:</p> <ul style="list-style-type: none"> - H1: la relación entre el crecimiento de las empresas y la I+D varía con el tamaño de las mismas. - H2: El impacto de la I+D sobre el crecimiento de la empresa es positiva y su efecto se ve con posterioridad. - H3: El impacto de la I+D sobre el crecimiento de la empresa y su estructura temporal varía con el tamaño de la empresa. - H4: La estructura temporal de los efectos de las actividades de I+D sobre el crecimiento de los empresas varía según los sectores. 	<p>Para el estudio se ha tomado como muestra 978 empresas europeas con información detallada sobre las inversiones en Investigación y Desarrollo durante el periodo 2003 y 2006.</p>	<p>Crecimiento de la facturación¹⁴</p>	<ul style="list-style-type: none"> - El crecimiento de la facturación relativa. - El tamaño de la empresa. - Relación del gasto en I+D y el volumen de negocios. - La relación I+D y las inversiones de capital. - Las ganancias anuales del 2003. - Los tipos de sectores. 	<p>Regresión lineal mediante el modelo agrupado.</p>	<p>El resultado obtenido muestra que la Investigación y Desarrollo tiene un efecto positivo en el crecimiento de las empresas. Pero el efecto y su estructura temporal dependen en gran parte del tamaño de la empresa y el sector de que se trata.</p>

¹⁴ El crecimiento de la facturación se calcula como el cambio en el logaritmo del cociente entre la cifra de negocios para el año t-1 y el volumen de negocios del ejercicio t.

TABLA 3: IMPACTO DE LA INVERSIÓN EN I+D: ALGUNOS TRABAJOS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS (continuación)

AUTORES	OBJETIVOS E HIPÓTESIS	MUESTRA	VARIABLE DEPENDIENTE		VARIABLES INDEPENDIENTES		TÉCNICA EMPLEADA	RESULTADOS
Cuello y López-Cózar (2011)	<p>El objetivo de este estudio fue ver si existe una relación circular entre los resultados de las empresas y la inversión en I+D.</p> <p><i>Hipótesis:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - H₁: a mayor inversión en I+D, se obtienen mejores resultados. - H₂: a mejores resultados obtenidos, mayor es la inversión en I+D. 	<p>Para el estudio se ha tomado una muestra de 13 laboratorios farmacéuticos multinacionales durante el periodo 2000 – 2005.</p>	H ₁	Gastos en I+D / Ventas	H ₁	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño de la empresa. - Estructura de propiedad. - Capacidades organizativas. - Estructura de capital. - Diversificación. - ROA. 	<p>Sistema ecuaciones simultáneas con utilización de variables instrumentales.</p>	<p>Los resultados obtenidos confirman las hipótesis. Por tanto, existe una relación circular entre los resultados de las empresas y la inversión en I+D.</p>
			H ₂	ROA	H ₂	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño de la empresa. - Estructura de propiedad. - Capacidades organizativas. - Estructura de capital. - Diversificación. - Gastos en I+D / Ventas. 		

TABLA 3: IMPACTO DE LA INVERSIÓN EN I+D: ALGUNOS TRABAJOS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS (continuación)

AUTORES	OBJETIVOS E HIPÓTESIS	MUESTRA	VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLES INDEPENDIENTES	TÉCNICA EMPLEADA	RESULTADOS
Duarte y otros (2012)	<p>El objetivo del estudio es comprobar la relevancia del valor de los gastos de I+D independientemente de su tratamiento contable. Se centra en el sector del automóvil.</p> <p><i>Hipótesis:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - H₁: El efecto de los gastos corrientes de I+D del ejercicio sobre el valor de mercado (precio de cotización) es positivo y significativo. - H₂: El efecto de las inversiones en I+D reconocidas como gastos en el ejercicio inmediatamente anterior sobre el valor de mercado (precio de cotización) es positivo y significativo. 	<p>La muestra es de 96 empresas pertenecientes al sector del automóvil y de los componentes del mismo, que son multinacionales (tanto nativas como extranjeras) y que cotizan en el mercado de capitales de EEUU durante el período 1995 - 2004.</p>	<p>Valor de mercado de las compañías</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Los precios del mercado a cierre del ejercicio económico. - El valor contable de los fondos propios por acción. - El activo total. - Los gastos de I+D del momento t. - Los gastos de I+D del momento t-1. - El resultado por acción después de impuestos y antes de los componentes extraordinarios. - Número de acciones (sin tener en cuenta aquellas acciones readquiridas por la compañía). 	<p>Regresión usando como función base el modelo de Ohlson (1995)¹⁵</p>	<p>Como resultado obtienen un rechazo de las dos hipótesis contrastadas. Por ello, lo que los gastos de I+D corrientes y los del ejercicio anterior no aportan valor añadido a las compañías y no son relevantes para estimar el valor de mercado de las compañías que forman la muestra estudiada.</p>

¹⁵ El modelo de Ohlson trata de explicar el valor de las acciones en función de los fondos propios, de los resultados residuales y de otra información no contenida en otras variables.

CAPÍTULO II: DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN EMPÍRICA

En el presente capítulo se va a explicar el diseño de la investigación empírica que tratará el tema a estudiar.

Primero, se presentarán las hipótesis que se van a contrastar; después la muestra de datos y la fuente de información se va a utilizar en el análisis; a continuación se definirán las variables utilizadas. Y, finalmente, se hará un breve resumen sobre los modelos econométricos que se van a utilizar en el análisis empírico.

1 HIPÓTESIS A CONTRASTAR

Tras haber analizado algunos estudios previos que han tratado la influencia de la inversión en I+D sobre la rentabilidad de las empresas, se establecen una serie de hipótesis a contrastar. Son las siguientes:

- ***H₁: A mayor inversión en I+D realizada por la empresa, mayor es la rentabilidad sobre activos. (Hipótesis 1).***

Varios autores de la literatura anteriormente tratada toman como medida de I+D a la variable que relaciona al nivel de I+D y las ventas. Del Monte y Papagni (2003), Hall y otros (2009), Cuello y López-Cózar (2011) y Schimke y Brenner (2011) demuestran que ejerce una influencia positiva sobre las medidas de rentabilidad. Mojtahedzadeh y Abedi (2010) demuestran en su estudio que, a un mayor nivel de gasto en I+D, hay un aumento del volumen de ventas y gastos totales de las empresas.

Por ello, las empresas que realizan un esfuerzo en I+D obtienen una recompensa. Existe una relación positiva entre la inversión en Investigación y Desarrollo y la rentabilidad sobre activos.

- ***H₂: A mayor solvencia de la empresa, mayor es la rentabilidad sobre activos. (Hipótesis 2).***

Cuanto mayor es el activo circulante respecto del pasivo circulante, más seguridad presenta la empresa a la hora de poder pagar las deudas. Por tanto, mejor cuanto más alto es el valor del coeficiente.

De lo anterior se puede sacar que, las empresas que tienen una mayor solvencia, obtienen una mayor rentabilidad sobre activos. Por tanto, existe una relación positiva entre el coeficiente de solvencia y la rentabilidad sobre activos o ROA.

Cuello y López-Cózar (2011) utilizan como variable determinante el endeudamiento, es decir, el grado de autonomía financiera de la empresa. En dicho estudio, la influencia de la variable endeudamiento sobre la rentabilidad de los activos, es negativa. Lo que significa que, un mayor nivel de endeudamiento de una firma, se traduce en una menor rentabilidad.

- ***H₃: A mayor peso del coste de los empleados sobre los ingresos de explotación, menor rentabilidad sobre activos. (Hipótesis 3).***

El peso del coste de los empleados sobre los ingresos, se trata mediante la relación entre los costes de empleados y los ingresos de explotación.

Por tanto, cuanto mayor son los costes de empleados respecto de los ingresos que se obtienen como consecuencia de la realización de la actividad corriente de la empresa, se observa una menor rentabilidad. Y, a menores costes de empleados respecto de los ingresos de explotación, se obtiene una mayor rentabilidad debido a que hay un mayor número de ingresos.

De lo anteriormente dicho, se obtiene una relación negativa entre la parte de los ingresos que hay que destinar a afrontar y cubrir los costes de los empleados y la rentabilidad sobre activos o ROA.

A continuación, se incluye la Tabla 4, que resumen las hipótesis desarrolladas y que se contrastarán posteriormente.

TABLA 4. HIPÓTESIS A CONTRASTAR Y RESULTADOS ESPERADOS

HIPÓTESIS	VARIABLES INDEPENDIENTES	RELACIÓN ESPERADA
H ₁ : A mayor inversión en I+D realizado por la empresa, mayor es la rentabilidad sobre activos.	Logaritmo neperiano de la inversión en I+D.	Positiva.
H ₂ : A mayor solvencia de la empresa, mayor es la rentabilidad sobre activos.	Coficiente de solvencia.	Positiva.
H ₃ : A mayor peso del coste de los empleados sobre los ingresos, menor es la rentabilidad sobre activos.	Costes de empleados sobre ingresos de explotación.	Negativa.

2 MUESTRA DE DATOS Y FUENTE DE INFORMACIÓN

Para la obtención de la muestra de empresas, se utilizaron tres bases de datos diferentes. Son las siguientes:

- Datos publicados en la página web de A. Damodaran¹⁶. Esta página presenta información sobre datos útiles para realizar análisis financieros. Esta creada por Aswath Damodaran, profesor de la “Stern School of Business” de la Universidad de Nueva York. Para las empresas que no son de EE.UU utiliza las fuentes de datos Bloomberg y Capital IQ.
- The EU Industrial R&D Investment Scoreboard¹⁷. Esta base de datos, ha sido creada en el Instituto de Prospectiva Tecnológica (IPTS). Muestra los datos económicos y financieros de las principales empresas de la UE y del extranjero que realizan inversiones en I+D. Las fuentes utilizadas son, datos de las oficinas de estadística nacional, el Eurostat, la OCDE, los informes financieros anuales, etc.
- AMADEUS¹⁸. Se trata de una base de datos elaborada por la empresa Bureau van Dijk. Presenta información financiera sobre compañías públicas y privadas de Europa. De esta base se han extraído datos sobre ratios económicos-financieros importantes para realizar el análisis.

De la primera base de datos se obtuvo un total de 3306 empresas, y de la segunda base de datos se obtuvo 678 empresas. Y, finalmente, se ha optado por utilizar un sector concreto para realizar el estudio. Por último, nos hemos centrado en firmas relacionadas con actividades informáticas, quedando una muestra de 42 empresas. Se ha decidido optar por este tipo de empresas debido a que presenta un mayor número de firmas para poder realizar el análisis. La muestra de empresas se presenta a continuación en la Tabla 5.

¹⁶ La web de la que se ha obtenido los datos de A. Damodaran se encuentra en: <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>

¹⁷ La web The EU Industrial R&D Investment Scoreboard de la que se ha obtenido los datos se encuentra en: <http://iri.jrc.es/reports.htm>.

¹⁸ La Base de Datos AMADEUS ha sido proporcionada por la Biblioteca de la Universidad de Valladolid.

TABLA 5. EMPRESAS INCLUIDAS EN EL ANÁLISIS

NOMBRE DE EMPRESA	PAÍS
ANITE PLC	Reino Unido
ARCHOS	Francia
ATOSS SOFTWARE	Alemania
AVEVA GROUP PLC	Reino Unido
BASWARE OYJ	Finlandia
BULL	Francia
CEGID GROUP	Francia
COMPTEL OYJ	Finlandia
DASSAULT SYSTEMES	Francia
DELCAM PLC	Reino Unido
ENEA	Suecia
ESI GROUP	Francia
EXACT HOLDING N.V.	Países Bajos
FABASOFT AG	Austria
FIDESSA GROUP PLC	Reino Unido
F-SECURE OYJ	Finlandia
GAMELOFT SE	Francia
GEMALTO N.V.	Países Bajos
GFI INFORMATIQUE	Francia
IBS AB	Suecia
IMAGINATION TECHNOLOGIES GROUP PLC	Reino Unido
INDRA SISTEMAS	España
INDUSTRIAL AND FINANCIAL SYSTEMS	Suecia
LECTRA	Francia
LOGICA LIMITED	Reino Unido
MAGIX AG	Alemania
MENSCH UND MASCHINE SOFTWARE SE	Alemania

TABLA 5. EMPRESAS INCLUIDAS EN EL ANÁLISIS (Continuación)

NOMBRE DE EMPRESA	PAÍS
MICRO FOCUS INTERNATIONAL PLC	Reino Unido
NEMETSCHEK	Alemania
PSI	Alemania
SAP AG	Alemania
SDL PLC	Reino Unido
SIMCORP A/S	Dinamarca
SOFTWARE	Alemania
SWORD S A	Francia
THE INNOVATION GROUP PLC	Reino Unido
THE SAGE GROUP PLC.	Reino Unido
TIETO OYJ	Finlandia
TXT ESOLUTIONS SPA	Italia
UBISOFT ENTERTAINMENT SA	Francia
UNIT4 N.V.	Países Bajos
WINCOR NIXDORF	Alemania

3 VARIABLES UTILIZADAS

3.1 Variables dependientes

Para la variable dependiente se ha escogido una que mide la rentabilidad de la empresa o el valor de la misma.

ROA (RENTABILIDAD SOBRE ACTIVOS)

La variable ROA o *Return on Assets* es la rentabilidad de los activos o económica.

$$ROA = \frac{BAII^{19}}{\text{Activo Total}}$$

Otra forma de calcular el ROA es mediante la siguiente desagregación:

$$ROA = \frac{BAII^{19}}{\text{Ventas}} * \frac{\text{Ventas}}{\text{Activo Neto}}$$

$$ROA = \text{MARGEN DE VENTAS (\%)} * \text{ROTACION DEL ACTIVO}$$

Este ratio indica el resultado que se ha obtenido en relación a los recursos empleados. Ha sido utilizado frecuentemente en la comparación de resultados entre empresas.

3.2 Variables independientes

Para escoger las variables explicativas económico-financieras me he guiado por lo observado en trabajos empíricos previos. Además de las siguientes variables, se ha decidido añadir como variables de control el valor de la empresa a valores de mercado, el Año y el Código NACE ya que, debido a la existencia de variables en valores absolutos y a la coyuntura económica, puede ayudar a realizar el análisis.

¹⁹ BAII: se trata del Beneficio Antes de Intereses e Impuestos e indica del resultado de explotación de una empresa pero sin tener en cuenta los ingresos y costes financieros.

3.2.1 Variables relacionadas con la inversión en I+D

INVERSIÓN EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (InRD)

Esta variable mide la inversión que realizan las empresas para la Investigación y el Desarrollo. Esta variable se expresa en términos de su logaritmo neperiano.

$$\text{Inversión en I+D} = \text{Ln Inversión en I+D}$$

3.2.2 Ratios de solvencia

COEFICIENTE DE SOLVENCIA (Coef_Solv)

El coeficiente de solvencia mide la seguridad que da la empresa a sus acreedores para poder cobrar sus créditos.

$$\text{Ratio de solvencia} = \frac{\text{Fondos propios}}{\text{Activo total}} * 100$$

Cuanto mayor es el activo circulante respecto del pasivo circulante, más seguridad presenta la empresa a la hora de poder pagar las deudas.

3.2.3 Coste de empleados

COSTE DE EMPLEADOS SOBRE INGRESOS DE EXPLOTACIÓN (CEmpl/Ingr)

Se trata de un ratio que mide la parte de los ingresos que hay que destinar a afrontar y cubrir los costes de empleados. Se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Coste de empleados sobre ingresos de explotación} = \frac{\text{Costes de empleados}}{\text{Ingresos de explotación}}$$

3.2.4 Variables de control

Debido a que algunas de las variables que se incluyen en el modelo se encuentran en valores absolutos, se ha decidido incluir una serie de variables de control. También se incluyen para controlar la coyuntura económica del sector. Son las siguientes:

VALOR DE MERCADO DE LA EMPRESA (Tamaño)

La variable valor de mercado de la empresa o *firm value* mide el valor de mercado del conjunto de la empresa. Se calcula como:

$$\text{Valor de la empresa} = \text{Valor de mercado de la deuda} + \text{Capitalización Bursátil}$$

Debido a que presenta valores absolutos muy elevados, se ha decidido realizar una transformación mediante el logaritmo neperiano.

AÑO (Año_X)

La variable de control Año va desde el 2007 al 2011.

CÓDIGO NACE (NACE_code_X)

Se trata de la nomenclatura estadística para la clasificación de actividades económicas en la Comunidad Europea. En este estudio se ha tomado a las distintos sub-actividades que se pueden relacionar con las actividades informáticas.

4 TÉCNICAS ECONOMETRICAS APLICADAS

El estudio se ha realizado en tres pasos. En el primero, se han calculado los estadísticos descriptivos y las correlaciones, para analizar qué variables se correlacionan entre sí y evitar posibles problemas de multicolinealidad.

En segundo lugar, se ha realizado una regresión con datos de panel debido a que un conjunto de empresas se van a analizar en distintos periodos de tiempo (entre el 2007 y el 2011), es decir, se combina un corte transversal con una dimensión temporal. Este análisis se hará mediante 3 modelos y posteriormente se realizará un contraste para ver qué modelo es el más idóneo. Primero se utilizará la regresión agrupada, luego el modelo de efectos fijos y finalmente el modelo de efectos aleatorios.

Como, sin embargo, el modelo más idóneo presenta problemas de autocorrelación y heterocedasticidad, se utilizará el método de Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles. Finalmente, se utilizará una variante de este método, llamado Prais-Winsten.

A continuación se hace una breve descripción teórica de los modelos que van a utilizarse. Para ello se va a tomar como referencia a Aparicio y Márquez (2005) y a Wooldridge (2002, caps. 7 y 10).

4.1 Regresión agrupada

El modelo agrupado o *pooled* es el enfoque más simple para analizar los datos de panel. Con este modelo se omiten las dimensiones del espacio y el tiempo de los datos. Se calcula la regresión por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) de la manera usual. Este modelo se expresa como:

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 X_{1it} + e_{it}$$

4.2 Modelo de efectos aleatorios

El modelo de efectos aleatorios o *random effects* supone que cada individuo está asociado a una constante diferente dentro de la ecuación. Este modelo se expresa como:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_1 X_{1it} + e_{it}$$

Donde,

Y_{it} es la variable dependiente para el individuo i en el momento t .

α_i es el valor del término independiente.

β_k es el coeficiente asociado al regresor k .

X_{kit} es el regresor k para el individuo i en el periodo t .

e_{it} es el error de la observación para el individuo i en el periodo t .

Se considera a $\alpha_i = \alpha + u_i$, siendo α_i como una variable aleatoria con un valor medio α y una desviación aleatoria u_i de este valor medio. Siendo u_i el efecto correspondiente al individuo i .

Si sustituimos en la ecuación obtenemos:

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 X_{1it} + u_i + e_{it}$$

4.3 Modelo de efectos fijos

El modelo de efectos fijos o *fixed effects* no supone que las diferencias entre los individuos son aleatorias, sino constantes o fijas. Se expresa de la siguiente manera:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_1 X_{1it} + e_{it}$$

Donde,

Y_{it} es la variable dependiente para el individuo i en el momento t .

α_i es un valor fijo, diferente para cada individuo pero constante a lo largo del tiempo.

β_k es el coeficiente asociado al regresor k .

X_{kit} es el regresor k para el individuo i en el periodo t .

e_{it} es el error de la observación para el individuo i en el periodo t .

4.4 Modelo de Mínimos Cuadrados Generales Factibles (MCGF)

Debido a los problemas que pueden surgir con el estimador por mínimos cuadrados ordinarios, surge el estimador por mínimos cuadrados generales factibles²⁰. Los problemas de autocorrelación y heteroscedasticidad pueden solucionarse conjuntamente en este último estimador.

El estimador MCGF es:

$$\hat{\beta}_{MCGF} = (X^t \hat{\Omega}^{-1} X)^{-1} X^t \hat{\Omega}^{-1} y$$

Donde,

$\hat{\Omega}$ es una estimación de Ω .

El estimador de MCGF reemplaza las varianzas por estimaciones consistentes de las mismas, por lo que se considera más eficiente que el MCO.

²⁰ Para más información acerca del Modelo de Mínimos Cuadrados Generalizados, consúltese el documento de Salmerón Gómez (2012).

4.5 Regresión con errores estándar corregidos por autocorrelación y heterocedasticidad (Prais-Winsten)

La regresión mediante el modelo de Prais-Winsten²¹ es una variante del método de Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles.

Fue diseñada para resolver problemas de autocorrelación mediante un proceso estocástico AR (1). Sin embargo, en su forma concreta de implementación en STATA se puede corregir también los problemas de heterocedasticidad, logrando estimaciones consistentes.

Consideramos el modelo siguiente:

$$y_t = \alpha + X_t\beta + \varepsilon_t$$

Donde,

y_t es la variable dependiente en el momento t ,

β es el vector de los coeficientes,

X_t es la matriz de las variables explicativas,

ε_t es la perturbación aleatoria.

Suponiendo que hay autocorrelación que sigue un proceso AR (1), debe verificarse que:

$$\varepsilon_t = \rho\varepsilon_{t-1} + e_t, |\rho| < 1$$

Siendo e_t es una perturbación aleatoria ruido blanco

Para anular el proceso que sigue esta correlación y obtener un modelo con ruido blanco, el procedimiento Prais-Winsten reproduce el proceso AR(1) en el modelo de la siguiente forma:

$$y_t - \rho y_{t-1} = \alpha(1 - \rho) + \beta(X_t - \rho X_{t-1}) + e_t \quad \text{Para } t=2, 3, 4, \dots$$

²¹ Para ampliar la información sobre la Regresión Prais-Winsten consultar el documento de Prais y Winsten (1954).

A continuación se realiza otra transformación. Para $t = 1$ sería de la siguiente forma:

$$\sqrt{1 - \rho^2} y_t = \alpha \sqrt{1 - \rho^2} + (\sqrt{1 - \rho^2} X_1) \beta + \sqrt{1 - \rho^2} 1$$

Finalmente, se procede a estimar ese modelo mediante el método de mínimos cuadrados que se desee.

CAPÍTULO III: RESULTADOS DEL ANÁLISIS EMPÍRICO

1 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS Y CORRELACIONES BIVARIADAS

En primer lugar, se va a realizar un análisis de los estadísticos descriptivos, que aparecen en la siguiente tabla.

TABLA 6. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LAS VARIABLES

VARIABLES	N	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	DESV. TÍP.
ROA	207	-0,81	0,71	0,0540	0,13199
LnRD	210	15,65	21,64	17,4698	1,23998
Coef_Solv	204	-0,85	0,91	0,5073	0,21129
CEmpl/ing	158	0,05	0,84	0,2712	0,15313
Tamaño	205	16,54	24,95	19,9440	1,63997

Debido a la existencia de un número alto de variables, se ha realizado un análisis de correlaciones para identificar potenciales problemas de multicolinealidad. La Tabla 7 nos indicará la correlación existente entre las variables, así como su significación y el tamaño tomado para el análisis.

Mediante dicho análisis se medirá la relación lineal entre dos variables cuantitativas. Para ello se utilizará el coeficiente de correlación de Pearson. Este coeficiente oscila entre -1 y $+1$, siendo un valor próximo a ± 1 el indicativo de que hay una relación lineal. Y una correlación próxima a cero indica que no hay relación lineal entre las dos variables.

Con este análisis vemos que hay variables que están altamente correlacionadas entre sí, lo que puede llevar a que existan problemas de multicolinealidad.

TABLA 7. CORRELACIONES BIVARIADAS²²

		ROA	LnFV	LnRD	Coef_ solv	CEmpl/ ing
ROA	Correlación de Pearson	1	0,268**	0,209**	0,460**	-0,042
	Sig. (bilateral)		0,000	0,002	0,000	0,603
	N	207	202	207	203	156
LnFV	Correlación de Pearson	0,268**	1	0,835**	0,037	0,130
	Sig. (bilateral)	0,000		0,000	0,608	0,108
	N	202	205	205	199	154
LnRD	Correlación de Pearson	0,209**	0,835**	1	0,101	0,088
	Sig. (bilateral)	0,002	0,000		0,149	0,272
	N	207	205	210	204	158
Coef_ solv	Correlación de Pearson	0,460**	0,037	0,101	1	-0,173*
	Sig. (bilateral)	0,000	0,608	0,149		0,032
	N	203	199	204	204	154
CEmpl/ ing	Correlación de Pearson	-0,042	0,130	0,088	-0,173*	1
	Sig. (bilateral)	0,603	0,108	0,272	0,032	
	N	156	154	158	154	158

Los problemas de multicolinealidad²³ derivan de posibles relaciones aproximadamente lineales entre los regresores del modelo afectando a los estimadores y su precisión.

²² Las correlaciones que presentan un asterisco (*), indica que es significativo para un nivel del 5%, de dos asteriscos (**) en caso de que sea significativo para un nivel del 1%.

²³ Para más información acerca del análisis de multicolinealidad, consúltese el documento de Uriel (2004).

Para su detección, se pueden utilizar varios procedimientos, entre ellos:

- El factor de inflación de la varianza.

En el programa SPSS se puede analizar el factor de inflación de la varianza mediante la tolerancia. Se considera que existe un problema de multicolinealidad cuando la tolerancia es inferior 0,10. Además puede existir un problema de multicolinealidad cuando la medida de bondad de ajuste medida a través de R^2 entre las variables posiblemente relacionadas es superior a 0,9.

Sin embargo, esta forma para detectar la posible existencia de multicolinealidad no da ninguna información para corregir dicho problema.

- El número de condición.

Mediante este procedimiento se determina que el problema de la multicolinealidad es grave cuando el número de condición toma un valor entre 20 y 30.

Las soluciones cuando se da la existencia de multicolinealidad son:

- Eliminación de variables.
- Aumento del tamaño de la muestra.
- Utilización de información extramuestral.
- Utilización de cocientes entre los regresores afectados.

Tras el análisis anterior, se van a considerar las variables explicativas de la Tabla 8 para realizar el estudio. Después de diversos análisis efectuados, estas variables no presentan problemas de multicolinealidad.

Además se ha visto conveniente utilizar las variables indicador Año, Código NACE y su interacción. Estas variables se utilizan como variables de control además de la variable valor de mercado de la empresa o tamaño.

TABLA 8. VARIABLES EXPLICATIVAS Y DE CONTROL INCLUIDAS EN EL ANÁLISIS

<p>VARIABLES EXPLICATIVAS</p>	<p>Inversión en I+D (InRD)</p> <p>Coeficiente de solvencia (Coef_solv)</p> <p>Coste de los empleados dentro de los ingresos de la empresa (CEmpl/ing)</p>
<p>VARIABLES DE CONTROL</p>	<p>Valor de mercado de la empresa (Tamaño)</p> <p>Año</p> <p>Código NACE</p> <p>Año*Código NACE</p>

2 ESTIMACIÓN DE MODELOS: DATOS AGRUPADOS, EFECTOS FIJOS Y EFECTOS ALEATORIOS

A continuación se procede a realizar varias estimaciones con datos de panel. Para ello realizaremos el análisis mediante 3 modelos; y, posteriormente, se realizará un contraste para ver qué modelo es el más idóneo en este caso.

Primero se utilizará la regresión con datos agrupados. Luego se estimará un modelo de efectos fijos y, finalmente, un modelo de efectos aleatorios. Se harán unos contrastes para ver si es mejor el modelo agrupado o el de modelo de efectos fijos o aleatorios. Después, con el test de Hausman, se procederá a determinar si las diferencias entre el estimador de efectos fijos y el estimador de efectos aleatorios son estadísticamente significativas.

2.1 Modelo agrupado

Uno de los modelos que se puede utilizar para realizar el presente análisis empírico es el agrupado, con aplicación del método de mínimos cuadrados ordinarios. Más adelante se verá que este modelo no es el adecuado, en comparación con el resto de modelos.

Los resultados obtenidos aparecen en la Tabla 9. Según el contraste de la F, el modelo estimado en conjunto es significativo, ya que el p-valor es inferior a un nivel de significación del 10%.

Por otro lado, los coeficientes estimados de cada variable que son significativos de forma individual para explicar el modelo son, el logaritmo neperiano de la inversión en I+D, el coeficiente de solvencia, el coste de los empleados sobre los ingresos de explotación de la empresa, la constante y algunas de las variables control (el Código NACE y la interacción del año con el Código NACE).

La bondad de ajuste del modelo medido a través del R^2 ajustado es de 0,5684, siendo este un valor no muy elevado.

TABLA 9. ESTIMACIÓN DEL MODELO AGRUPADO

Número de observaciones = 149
 F(69, 79) = 3,82
 Prob > F = 0,0000
 R² = 0,7696
 R² ajustado = 0,5684
 Root MSE = 0,06741

roa	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
lnrd	,0323099	,0129215	2,50	0,014	,0065902 ,0580295
coef_solv	,275698	,0303411	9,09	0,000	,2153055 ,3360904
CEmpl/ing	-,1015202	,0497504	-2,04	0,045	-,2005458 -,0024945
Tamaño	,0072631	,0094451	0,77	0,444	-,0115369 ,0260631
_Iaño_8	-,0065086	,0957529	-0,07	0,946	-,1971 ,1840827
_Iaño_9	,0854498	,0957806	0,89	0,375	-,1051968 ,2760964
_Iaño_10	-,1460774	,0961366	-1,52	0,133	-,3374325 ,0452777
_Iaño_11	-,079331	,0963649	-0,82	0,413	-,2711406 ,1124786
Inace~2894	,0170747	,0960759	0,18	0,859	-,1741596 ,2083089
Inace~4651	-,1753802	,0961925	-1,82	0,072	-,3668466 ,0160861
Inace~5829	-,1424796	,0829294	-1,72	0,090	-,3075464 ,0225872
Inace~6120	-,2979723	,0967993	-3,08	0,003	-,4906465 -,105298
Inace~6200	-,0922244	,0959255	-0,96	0,339	-,2831594 ,0987106
Inace~6201	-,0696718	,0735318	-0,95	0,346	-,2160332 ,0766896
Inace~6202	-,0585249	,0731457	-0,80	0,426	-,2041178 ,087068
Inace~6203	-,1747717	,0958198	-1,82	0,072	-,3654961 ,0159528
Inace~6209	,096245	,0962519	1,00	0,320	-,0953396 ,2878295
Inace~6399	-,1099107	,0965846	-1,14	0,259	-,3021575 ,0823361
Inace~6420	-,1323851	,0827929	-1,60	0,114	-,2971803 ,0324101
Inace~7010	-,0568275	,0857043	-0,66	0,509	-,2274177 ,1137627
Inace~7022	,0067204	,1060496	0,06	0,950	-,2043661 ,2178068
_Iaño~8_2894	-,0010236	,1348576	-0,01	0,994	-,2694511 ,2674038
_Iaño~8_5829	-,0350294	,1151244	-0,30	0,762	-,2641787 ,1941199
_Iaño~8_6120	,0876917	,1349768	0,65	0,518	-,180973 ,3563564
_Iaño~8_6201	,0293718	,1033634	0,28	0,777	-,176368 ,2351115
_Iaño~8_6202	-,0148748	,1021065	-0,15	0,885	-,2181127 ,1883632
_Iaño~8_6209	-,0289274	,1350917	-0,21	0,831	-,2978207 ,2399659
_Iaño~8_6399	-,088505	,1352107	-0,65	0,515	-,3576352 ,1806251
_Iaño~8_6420	,0896186	,1266491	0,71	0,481	-,1624702 ,3417073

roa	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
_Iaño~8_7010	-,010849	,1142219	-0,09	0,925	-,238202 ,216504
_Iaño~8_7022	,0621703	,1436175	0,43	0,666	-,2236932 ,3480338
_Iaño~9_2894	-,1234114	,13498	-0,91	0,363	-,3920823 ,1452596
_Iaño~9_4651	-,0881109	,1357568	-0,65	0,518	-,3583281 ,1821063
_Iaño~9_5829	-,1864109	,114725	-1,62	0,108	-,4147653 ,0419435
_Iaño~9_6120	-,0185035	,1349388	-0,14	0,891	-,2870925 ,2500855
_Iaño~9_6200	-,0639956	,1353738	-0,47	0,638	-,3334504 ,2054592
_Iaño~9_6201	-,1061192	,1031595	-1,03	0,307	-,311453 ,0992147
_Iaño~9_6202	-,1499183	,1018156	-1,47	0,145	-,3525772 ,0527406
_Iaño~9_6203	-,0118445	,135023	-0,09	0,930	-,280601 ,2569121
_Iaño~9_6209	-,1489583	,1351426	-1,10	0,274	-,4179529 ,1200363
_Iaño~9_6399	-,1087191	,1348892	-0,81	0,423	-,3772093 ,1597711
_Iaño~9_6420	-,0114636	,1272854	-0,09	0,928	-,2648188 ,2418916
_Iaño~9_7010	-,1203233	,1141632	-1,05	0,295	-,3475595 ,1069128
_Iaño~9_7022	-,0442399	,1419277	-0,31	0,756	-,3267399 ,23826
_Iaño~0_2894	,1971648	,1348439	1,46	0,148	-,0712353 ,465565
_Iaño~0_4651	,2980032	,1363894	2,18	0,032	,0265268 ,5694795
_Iaño~0_5829	,0848086	,1150238	0,74	0,463	-,1441405 ,3137577
_Iaño~0_6120	,2291015	,1350551	1,70	0,094	-,0397189 ,497922
_Iaño~0_6200	,1570178	,1351326	1,16	0,249	-,1119568 ,4259924
_Iaño~0_6201	,1391714	,1033247	1,35	0,182	-,0664914 ,3448341
_Iaño~0_6202	,1316833	,1020794	1,29	0,201	-,0715007 ,3348673
_Iaño~0_6203	,2115789	,1349334	1,57	0,121	-,0569994 ,4801571
_Iaño~0_6209	,0361495	,136099	0,27	0,791	-,2347488 ,3070477
_Iaño~0_6399	,1328982	,134837	0,99	0,327	-,1354883 ,4012846
_Iaño~0_6420	,2325902	,1278477	1,82	0,073	-,0218843 ,4870646
_Iaño~0_7010	,0698709	,1181152	0,59	0,556	-,1652314 ,3049732
_Iaño~0_7022	,1843706	,1424246	1,29	0,199	-,0991185 ,4678597
_Iaño~1_2894	,1204753	,1348573	0,89	0,374	-,1479515 ,3889021
_Iaño~1_4651	,5263493	,1352268	3,89	0,000	,2571871 ,7955115
_Iaño~1_5829	,0397499	,1150851	0,35	0,731	-,1893214 ,2688211
_Iaño~1_6120	,1491394	,1351694	1,10	0,273	-,1199085 ,4181874
_Iaño~1_6200	,0645488	,1350815	0,48	0,634	-,2043243 ,3334218
_Iaño~1_6201	,073976	,1037192	0,71	0,478	-,132472 ,280424
_Iaño~1_6202	,0648194	,1024122	0,63	0,529	-,139027 ,2686657
_Iaño~1_6203	,1555516	,1349839	1,15	0,253	-,1131272 ,4242304
_Iaño~1_6209	,0128547	,1357904	0,09	0,925	-,2574293 ,2831386
_Iaño~1_6420	,111418	,1269334	0,88	0,383	-,1412366 ,3640726
_Iaño~1_7010	,0426485	,1145615	0,37	0,711	-,1853805 ,2706775
_Iaño~1_7022	,1116974	,1436002	0,78	0,439	-,1741316 ,3975264
_cons	-,6674115	,1329833	-5,02	0,000	-,9321081 -,4027149

2.2 Modelo de efectos fijos

Debido a que los datos que tenemos para realizar el estudio se encuentran como datos de panel, vamos a estimar una regresión lineal mediante el modelo de efectos fijos y otra mediante el modelo de efectos aleatorios. Después de observar si estos dos modelos son más idóneos que el modelo agrupado, se realizara la prueba de Hausman para ver qué modelo de los dos es más conveniente utilizar.

Los resultados obtenidos aparecen en la Tabla 10. Según el contraste de la F, el modelo en conjunto es significativo para cualquier nivel de significación.

Por otro lado, los coeficientes estimados de cada variable que son significativos de forma individual para explicar el modelo son, la constante y algunas de las variables de control (el año, del Código NACE, la interacción de ambas y la variable que mide el tamaño o valor de mercado de la empresa).

Además, están las medidas de bondad de ajuste (*R-sq within*, *R-sq between* y *R-sq overall*). Estas medidas no se interpretarán ya que, como se verá luego, existen problemas de heterocedasticidad y autocorrelación, lo que reduce la fiabilidad de esos R^2 como medidas de la bondad del ajuste.

El contraste de Breuch-Pagan se utiliza para confirmar si procede utilizar la regresión agrupada mediante mínimos cuadrados ordinarios en vez del modelo estimado de efectos fijos. En este caso, el test reflejado al final de la Tabla 10, indica que se rechaza la hipótesis nula con un p-valor igual a 0, por lo que es más aconsejable utilizar efectos fijos que regresión agrupada.

Asociados a este contraste se encuentran Sigma-u, Sigma_e y Rho, que figuran al final de esa Tabla 10. Sigma-u, Sigma_e y Rho se definen a continuación:

- Sigma-u: desviación típica del error específico del individuo, es decir la raíz cuadrada de la varianza de u_i .
- Sigma_e: desviación típica de la perturbación aleatoria asociada a las observaciones (e_{it}).

- Rho: proporción que supone la varianza de u_i sobre la varianza total (varianza de u_i más varianza de e_i) y se calcula dividiendo Sigma_u entre la suma de Sigma_u y Sigma_e .

TABLA 10. ESTIMACIÓN DEL MODELO DE EFECTOS FIJOS

Regresión de Efectos Fijos (within)	Número de obs	=	149		
Variable de grupo: id	Número de grupos	=	34		
R ² : within	=	0,7529	Obs por grupo: min	=	1
between	=	0,2383	avg	=	4,4
overall	=	0,2362	max	=	5
			F(56,59)	=	3,21
corr(u_i , X_b)	=	-0,6502	Prob > F	=	0,000

roa	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lnrd	,0001434	,0270589	0,01	0,996	-,0540014	,0542882
coef_solv	,1350237	,0954785	1,41	0,163	-,0560284	,3260757
CEmpl/ing	-,0464091	,092681	-0,50	0,618	-,2318634	,1390452
Tamaño	,0435171	,0125113	3,48	0,001	,018482	,0685522
_Iaño_8	-,0264791	,060765	-0,44	0,665	-,1480696	,0951113
_Iaño_9	,0917878	,0611725	1,50	0,139	-,0306182	,2141938
_Iaño_10	-,1548	,0613587	-2,52	0,014	-,2775785	-,0320215
_Iaño_11	-,0944502	,061484	-1,54	0,130	-,2174795	,0285791
_Iaño~8_2894	-,0085637	,0817094	-0,10	0,917	-,1720638	,1549364
_Iaño~8_4651	-,5139901	,0849364	-6,05	0,000	-,6839476	-,3440327
_Iaño~8_5829	,0498873	,0749369	0,67	0,508	-,1000611	,1998357
_Iaño~8_6120	,1040039	,0830401	1,25	0,215	-,062159	,2701667
_Iaño~8_6201	,0283473	,0672163	0,42	0,675	-,1061523	,1628469
_Iaño~8_6202	,0037717	,0662199	0,06	0,955	-,128734	,1362773
_Iaño~8_6209	-,0230505	,086324	-0,27	0,790	-,1957844	,1496833
_Iaño~8_6399	-,0296253	,0855469	-0,35	0,730	-,2008043	,1415537
_Iaño~8_6420	,0292688	,0814817	0,36	0,721	-,1337757	,1923133
_Iaño~8_7010	,0244892	,0713736	0,34	0,733	-,118329	,1673073
_Iaño~8_7022	,247721	,1043849	2,37	0,021	,0388473	,4565948
_Iaño~9_2894	-,1566452	,083544	-1,88	0,066	-,3238163	,0105259
_Iaño~9_4651	-,6606812	,0839759	-7,87	0,000	-,8287165	-,4926459
_Iaño~9_5829	-,1429321	,0732683	-1,95	0,056	-,2895415	,0036774
_Iaño~9_6120	-,0457613	,0836127	-0,55	0,586	-,2130699	,1215473

roa	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
_Iaño~9_6200	-,1193116	,0885122	-1,35	0,183	-,296424 ,0578008
_Iaño~9_6201	-,1379577	,0693032	-1,99	0,051	-,276633 ,0007177
_Iaño~9_6202	-,1636784	,0659141	-2,48	0,016	-,2955722 -,0317846
_Iaño~9_6203	-,0396867	,0834963	-0,48	0,636	-,2067624 ,1273889
_Iaño~9_6209	-,1818318	,0878915	-2,07	0,043	-,3577023 -,0059613
_Iaño~9_6399	-,1145767	,0819698	-1,40	0,167	-,2785978 ,0494444
_Iaño~9_6420	-,1093099	,0828576	-1,32	0,192	-,2751076 ,0564879
_Iaño~9_7010	-,1114709	,0718456	-1,55	0,126	-,2552336 ,0322918
_Iaño~9_7022	,0888637	,0973589	0,91	0,365	-,1059511 ,2836784
_Iaño~0_2894	,1836011	,0818255	2,24	0,029	,0198685 ,3473336
_Iaño~0_4651	-,2547851	,0841804	-3,03	0,004	-,4232296 -,0863405
_Iaño~0_5829	,1356664	,0742304	1,83	0,073	-,0128683 ,284201
_Iaño~0_6120	,2178208	,0839917	2,59	0,012	,0497537 ,3858879
_Iaño~0_6200	,1289214	,0857782	1,50	0,138	-,0427205 ,3005632
_Iaño~0_6201	,1146484	,0690589	1,66	0,102	-,0235381 ,2528349
_Iaño~0_6202	,1305728	,0657125	1,99	0,052	-,0009176 ,2620633
_Iaño~0_6203	,2024103	,0822233	2,46	0,017	,0378624 ,3669581
_Iaño~0_6209	,0259248	,0940129	0,28	0,784	-,1621945 ,2140441
_Iaño~0_6399	,1383986	,0816151	1,70	0,095	-,0249127 ,30171
_Iaño~0_6420	,1188749	,0882749	1,35	0,183	-,0577627 ,2955125
_Iaño~0_7010	,1283357	,0747531	1,72	0,091	-,0212448 ,2779163
_Iaño~0_7022	,3330301	,0988179	3,37	0,001	,1352959 ,5307644
_Iaño~1_2894	,1338813	,0815735	1,64	0,106	-,029347 ,2971096
_Iaño~1_5829	,0855181	,0759203	1,13	0,265	-,0663981 ,2374344
_Iaño~1_6120	,1444458	,084219	1,72	0,092	-,0240761 ,3129676
_Iaño~1_6200	,0617423	,0836114	0,74	0,463	-,1055636 ,2290483
_Iaño~1_6201	,0735378	,0695647	1,06	0,295	-,0656608 ,2127363
_Iaño~1_6202	,0744698	,0657343	1,13	0,262	-,0570644 ,2060039
_Iaño~1_6203	,1570261	,0825531	1,90	0,062	-,0081622 ,3222144
_Iaño~1_6209	,0082616	,0893729	0,09	0,927	-,1705731 ,1870964
_Iaño~1_6420	,0402865	,0821575	0,49	0,626	-,1241102 ,2046833
_Iaño~1_7010	,0737761	,0714188	1,03	0,306	-,0691326 ,2166848
_Iaño~1_7022	,2771984	,1015823	2,73	0,008	,0739326 ,4804642
_cons	-,8393837	,4578481	-1,83	0,072	-1,755536 ,0767683
sigma_u	,11887336				
sigma_e	,04070562				
rho	,89504904	(fraction of variance due to u_i)			

F test that all u_i=0: F(33, 59) = 4,78

Prob > F = 0,0000

2.3 Modelo de efectos aleatorios

A continuación, se presenta en la Tabla 11 la estimación mediante el modelo de efectos aleatorios.

Según el Test de Wald, el modelo de efectos aleatorios es significativo en conjunto, ya que, para cualquier nivel de significación, se rechaza la hipótesis nula de que todos los coeficientes del modelo son cero.

Por otro lado, los coeficientes estimados de cada variable que son significativos de forma individual para explicar el modelo son, el coeficiente de solvencia, la constante y algunas de las variables de control (el año, del Código NACE, la interacción de ambas y el logaritmo neperiano del valor de mercado de la empresa, que mide el tamaño de la misma).

Al igual que ocurre con el modelo de efectos fijos tenemos las medidas de bondad de ajuste (*R-sq within*, *R-sq between* y *R-sq overall*), pero que no se interpretarán ya que como se verá existe heterocedasticidad y autocorrelación. Esto reduce la fiabilidad del R^2 como medida de la bondad del ajuste.

TABLA 11. ESTIMACIÓN DEL MODELO DE EFECTOS ALEATORIOS

Regresión de Efectos Aleatorios (within)	Número de obs	=	149		
Variable de grupo: id	Número de grupos	=	34		
R^2 : within	=	0,7417	Obs por grupo: min	=	1
between	=	0,8100	avg	=	4,4
overall	=	0,7458	max	=	5
Random effects $u_i \sim$ Gaussian	Wald $X^2(69)$	=	247,74		
corr(u_i , X) = 0 (assumed)	Prob > X^2	=	0,0000		

roa	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
lnrd	,0065181	,0149271	0,44	0,662	-,0227385 ,0357747
coef_solv	,2517404	,0407769	6,17	0,000	,1718192 ,3316616
CEmpl/ing	-,0799678	,0672384	-1,19	0,234	-,2117525 ,051817
tamaño	,0280547	,0101403	2,77	0,006	,00818 ,0479293
_Iaño_8	-,0238471	,0587891	-0,41	0,685	-,1390717 ,0913774
_Iaño_9	,0745597	,0589587	1,26	0,206	-,0409973 ,1901167
_Iaño_10	-,1659471	,0595232	-2,79	0,005	-,2826103 -,0492839
_Iaño_11	-,1030312	,059898	-1,72	0,085	-,2204292 ,0143667
Inace~2894	,0062281	,1020017	0,06	0,951	-,1936916 ,2061479
Inace~4651	,3751174	,1021521	3,67	0,000	,1749031 ,5753317
Inace~5829	-,1569064	,0855864	-1,83	0,067	-,3246528 ,0108399
Inace~6120	-,2930341	,1033441	-2,84	0,005	-,4955848 -,0904834
Inace~6200	-,1046435	,1015579	-1,03	0,303	-,3036933 ,0944063
Inace~6201	-,0872281	,076666	-1,14	0,255	-,2374907 ,0630345
Inace~6202	-,0685861	,0765232	-0,90	0,370	-,2185689 ,0813966
Inace~6203	-,1868936	,1014505	-1,84	0,065	-,3857328 ,0119457
Inace~6209	,0720562	,101754	0,71	0,479	-,127378 ,2714905
Inace~6399	-,0962837	,1030449	-0,93	0,350	-,298248 ,1056806
Inace~6420	-,1219499	,0875715	-1,39	0,164	-,2935869 ,049687
Inace~7010	-,0811508	,0866692	-0,94	0,349	-,2510193 ,0887178
Inace~7022	-,0874482	,1124042	-0,78	0,437	-,3077564 ,13286
_Iaño~8_2894	-,0046244	,0819263	-0,06	0,955	-,165197 ,1559482
_Iaño~8_4651	-,5248957	,0830763	-6,32	0,000	-,6877223 -,3620691
_Iaño~8_5829	,0156513	,0731606	0,21	0,831	-,1277408 ,1590435
_Iaño~8_6120	,1002303	,0821957	1,22	0,223	-,0608704 ,2613309
_Iaño~8_6201	,0409995	,0639306	0,64	0,521	-,0843023 ,1663012
_Iaño~8_6202	-,0004317	,0630964	-0,01	0,995	-,1240985 ,123235
_Iaño~8_6209	-,0176878	,0826523	-0,21	0,831	-,1796834 ,1443078
_Iaño~8_6399	-,0683975	,0828707	-0,83	0,409	-,230821 ,094026
_Iaño~8_6420	,0431682	,0802424	0,54	0,591	-,114104 ,2004404
_Iaño~8_7010	,0174667	,0701118	0,25	0,803	-,11995 ,1548834
_Iaño~8_7022	,1721292	,0974775	1,77	0,077	-,0189232 ,3631815
_Iaño~9_2894	-,1335608	,0822625	-1,62	0,104	-,2947924 ,0276708
_Iaño~9_4651	-,6305269	,0825687	-7,64	0,000	-,7923587 -,4686952
_Iaño~9_5829	-,1479864	,0722356	-2,05	0,040	-,2895656 -,0064071
_Iaño~9_6120	-,0228982	,0822338	-0,28	0,781	-,1840736 ,1382772
_Iaño~9_6200	-,0743821	,0835574	-0,89	0,373	-,2381515 ,0893874
_Iaño~9_6201	-,1039503	,0640041	-1,62	0,104	-,2293961 ,0214954
_Iaño~9_6202	-,1459092	,0628136	-2,32	0,020	-,2690216 -,0227969
_Iaño~9_6203	-,0172079	,0824453	-0,21	0,835	-,1787977 ,1443819
_Iaño~9_6209	-,1510893	,0829795	-1,82	0,069	-,3137262 ,0115476
_Iaño~9_6399	-,1157124	,0819761	-1,41	0,158	-,2763826 ,0449579

roa	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
_Iaño~9_6420	-,0719464	,0810163	-0,89	0,375	-,2307355	,0868427
_Iaño~9_7010	-,0999833	,0701395	-1,43	0,154	-,2374542	,0374875
_Iaño~9_7022	,0491596	,0943536	0,52	0,602	-,13577	,2340892
_Iaño~0_2894	,1932714	,081893	2,36	0,018	,032764	,3537787
_Iaño~0_4651	-,2357788	,0831098	-2,84	0,005	-,3986711	-,0728865
_Iaño~0_5829	,1280281	,0729301	1,76	0,079	-,0149121	,2709684
_Iaño~0_6120	,2363809	,0824419	2,87	0,004	,0747976	,3979641
_Iaño~0_6200	,1570374	,082766	1,90	0,058	-,0051809	,3192557
_Iaño~0_6201	,14374	,0641363	2,24	0,025	,0180353	,2694448
_Iaño~0_6202	,1421467	,0631358	2,25	0,024	,0184029	,2658905
_Iaño~0_6203	,2138402	,0821183	2,60	0,009	,0528912	,3747892
_Iaño~0_6209	,0586611	,0851216	0,69	0,491	-,1081741	,2254964
_Iaño~0_6399	,1319726	,0818704	1,61	0,107	-,0284904	,2924355
_Iaño~0_6420	,1507112	,0824053	1,83	0,067	-,0108001	,3122226
_Iaño~0_7010	,1311573	,0732145	1,79	0,073	-,0123405	,274655
_Iaño~0_7022	,2831427	,0952602	2,97	0,003	,0964362	,4698492
_Iaño~1_2894	,1275532	,0819017	1,56	0,119	-,0329712	,2880777
_Iaño~1_5829	,0821643	,0732622	1,12	0,262	-,0614271	,2257557
_Iaño~1_6120	,1611542	,0826461	1,95	0,051	-,0008293	,3231376
_Iaño~1_6200	,0736415	,0824489	0,89	0,372	-,0879554	,2352383
_Iaño~1_6201	,0947151	,064972	1,46	0,145	-,0326276	,2220578
_Iaño~1_6202	,0812382	,063607	1,28	0,202	-,0434292	,2059056
_Iaño~1_6203	,1632802	,0821822	1,99	0,047	,0022062	,3243543
_Iaño~1_6209	,034113	,0841773	0,41	0,685	-,1308713	,1990974
_Iaño~1_6420	,0635245	,0805579	0,79	0,430	-,0943661	,2214151
_Iaño~1_7010	,0754313	,0706431	1,07	0,286	-,0630265	,2138892
_Iaño~1_7022	,2188775	,0972617	2,25	0,024	,0282481	,4095069
_cons	-,613735	,1828898	-3,36	0,001	-,9721926	-,2552775
sigma_u	,05794758					
sigma_e	,04070562					
rho	,66959313	(fraction of variance due to u_i)				

Para determinar si es más idóneo el modelo de efectos aleatorios o el modelo agrupado, se realiza la Prueba del Multiplicador de Lagrange, que aparece en la Tabla 12.

Según este test, es preferible usar la estimación de efectos aleatorios frente a la estimación mediante el modelo agrupado, ya que se rechaza la hipótesis nula para cualquier nivel de significación.

TABLA 12. PRUEBA DEL MULTIPLICADOR DE LAGRANGE

	Var	sd = sqrt(Var)
ROA	0,0105277	0,1026048
e	0,0016569	0,0407056
u	0,0033579	0,0579476
H ₀	Var(u) = 0	
Estadístico	X ² (1) = 88,03	
P-valor	0,0000	

A continuación, se debe realizar un contraste para establecer, entre el modelo de efectos fijos y el modelo de efectos aleatorios, cual es más adecuado. Este contraste se realiza mediante la prueba de Hausman.

Esta prueba compara un estimador consistente (el estimador de efectos fijos) con un estimador eficiente (el estimador de efectos aleatorios es eficiente y consistente). Por tanto, la hipótesis nula dice que los estimadores de efectos aleatorios y de efectos fijos no difieren sustancialmente. Si se rechaza la hipótesis nula, los estimadores sí difieren, y es más conveniente efectos fijos que efectos aleatorios.

La solución obtenida en el test indica que no se rechaza la hipótesis nula, es decir, la diferencia entre los coeficientes de efectos aleatorios y fijos es sistemática. Por lo tanto, es más conviene usar el método de efectos aleatorios que el de efectos fijos.

TABLA 13. PRUEBA DE HAUSMAN

VARIABLES	Coeficiente Efectos Fijos	Coeficiente Efectos Aleatorios	Diferencia	Error estándar
Lnrdr	-0,0040652	-0,0047078	0,0006426	0,0171566
Coef_solv	0,2806418	0,2621294	0,0185124	0,0786862
CEmpl/ing	-0,0757306	-0,0074461	-0,0682845	0,0689237
Tamaño	0,0149767	0,0195089	-0,0045322	0,0050333
Estadístico	$\chi^2(4) = 1,95$			
P-valor	0,7456			

3 ANÁLISIS DE LA HETEROCEDASTICIDAD Y AUTOCORRELACIÓN

Tras habernos quedado con el método de efectos aleatorios, es conveniente realizar pruebas que permitan determinar la posible existencia de heterocedasticidad (diferentes varianzas de las perturbaciones o errores) y autocorrelación en los residuos (o errores) en el modelo estimado.

3.1 Contraste de autocorrelación

Este contraste fue desarrollado por Wooldridge (2002) para detectar autocorrelación en los errores de los modelos lineales con datos de panel. Se puede utilizar tanto para el modelo de efectos fijos como para el modelo de efectos aleatorios.

El correspondiente test de Wald que aparece en la Tabla 14, nos indica que la hipótesis nula de que no existe autocorrelación de primer orden se rechaza para cualquier nivel de significación, ya que el p-valor es igual a 0. Por lo tanto, se admite que existe autocorrelación en el modelo, por lo que se deberán realizar posteriores correcciones para dicho problema.

TABLA 14. TEST DE AUTOCORRELACIÓN DE WOOLDRIGE

H_0	Ausencia de autocorrelación de primer orden
Estadístico del contraste	$F(1, 30) = 34,043$
P-valor	0,0000

3.2 Contraste de heterocedasticidad (para efectos fijos)

Para realizar el contraste de heterocedasticidad para el modelo de efectos fijos, se usa el test de Wald²⁴. La hipótesis nula del contraste es la homocedasticidad (iguales varianzas) de los residuos de la regresión de efectos fijos.

La Tabla 15 indica que se rechaza la hipótesis nula de homocedasticidad en el modelo de efectos fijos para cualquier nivel de significación, dado que el p-valor es cero. Por tanto, se puede afirmar que existe heterocedasticidad.

TABLA 15. TEST DE WALD PARA HETEROCEDASTICIDAD EN EFECTOS FIJOS

H_0	Homocedasticidad (iguales varianzas)
Estadístico del contraste	$\chi^2(34) = 2,9e+59$
P-valor	0,0000

²⁴ Para ampliar la información acerca del contraste de heterocedasticidad para el modelo de efectos fijos, ver el libro de Greene (2000, p. 598)

3.3 Contraste de heterocedasticidad (efectos aleatorios)

El contraste de heterocedasticidad para efectos aleatorios utiliza un test robusto de Levene, cuya hipótesis nula es la igualdad de varianzas entre grupos.

Para realizar el contraste, aquí se utiliza el test de Levene y otros dos contrastes²⁵ que reemplazan la media por otros estadísticos:

- La variante de Brown: reemplaza la media por la mediana.
- La variante de Forsythe: reemplaza la media por la media truncada al 10% de los laterales.

Según el test de Levene se rechaza la hipótesis nula, ya que el p-valor es cero, por lo que ha de admitirse la existencia de heterocedasticidad para cualquier nivel de significación. También se rechaza la hipótesis nula para los estadísticos de Brown y Forsythe.

TABLA 16. TEST DE LEVENE PARA HETEROCEDASTICIDAD EN EFECTOS ALEATORIOS

H_0	Homocedasticidad (iguales varianzas)
Estadístico del contraste Levene	$F(33, 115) = 9,5910428$
P-valor	0,0000
Estadístico del contraste Brown	$F(33, 115) = 4,3249545$
P-valor	0,0000
Estadístico del contraste Forsythe	$F(33, 115) = 9,5910428$
P-valor	0,0000

²⁵ Para ampliar la información sobre estos tres contrastes para ver la existencia de heterocedasticidad, consultar Levene (1960) y Brown y Forsythe (1974).

4 TEST DE HAUSMAN ROBUSTO.

Debido a la existencia de autocorrelación y heterocedasticidad, se realiza el test de Hausman en su versión robusta, para ver qué modelo es el más idóneo.

El test de Hausman en su versión robusta contrasta, si es más idóneo el modelo de efectos fijos o el modelo de efectos aleatorios, mediante el test de restricciones sobreidentificadas recogido en la Tabla 17. Su hipótesis nula dice que se cumplen las condiciones de ortogonalidad necesarias para que el estimador de efectos aleatorios sea consistente.

El resultado del contraste que se encuentra en la Tabla 17, indica que los regresores adicionales no son significativos. Por tanto, los regresores están incorrelados con el error procedente del individuo y es preferible usar efectos aleatorios, ya que su estimador será consistente además de eficiente.

TABLA 17. TEST DE RESTRICCIONES SOBREIDENTIFICADAS

H_0	El estimador de efectos aleatorios es consistente
Estadístico del contraste	$\chi^2(4) = 3,979$
P-valor	0,4089

5 ESTIMACIÓN POR MÍNIMOS CUADRADOS GENERALIZADOS FACTIBLES (MCGF).

Debido a que existe autocorrelación y heterocedasticidad se realizará la estimación mediante Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles, que da como resultado unos estimadores consistentes sustituyendo la matriz de varianzas y covarianzas por una estimación robusta de la misma. Para realizar esta estimación se ha escogido el modelo de efectos aleatorios.

Según el resultado que aparece en la Tabla 18, el test de Wald, cuya hipótesis nula es que todos los coeficientes son igual a cero, se rechaza. Por tanto el modelo en conjunto es significativo para cualquier nivel de significación, ya que el p-valor es cero.

Los coeficientes estimados de cada variable que son significativos de forma individual para explicar el modelo son, el logaritmo neperiano de la inversión en I+D, el coeficiente de solvencia, el coste de los empleados sobre los ingresos de la empresa, la constante y algunas de las variables de control (el año, el Código NACE, la interacción de ambas y la variable que mide el tamaño de la empresa mediante el logaritmo neperiano del valor de mercado de la misma).

El modelo así estimado está corregido por autocorrelación y heterocedasticidad.

TABLA 18: ESTIMACIÓN POR MÍNIMOS CUADRADOS GENERALIZADOS FACTIBLES (MCGF)

Coefficientes: mínimos cuadrados generalizados

Panels: heteroskedastic

Correlación: panel-specific AR(1)

Covarianzas estimadas	=	32	Número de obs	=	147
Autocorrelaciones estimados	=	32	Número de grupos	=	32
Coefficientes estimados	=	24	Obs por grupo: min	=	2
			avg	=	4,59375
			max	=	5
			Wald X ² (23)	=	468,03
			Prob > chi2	=	0,0000

roa	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnrd	,0375505	,0069241	5,42	0,000	,0239795	,0511214
coef_solv	,2752385	,0204327	13,47	0,000	,2351911	,3152859
CEmpl/ing	-,1225523	,0300996	-4,07	0,000	-,1815464	-,0635582
tamaño	,0142804	,00489	2,92	0,003	,0046961	,0238646
_Iaño_8	-,0433574	,0094667	-4,58	0,000	-,0619117	-,024803
_Iaño_9	-,065494	,0256505	-2,55	0,011	-,1157681	-,0152198
_Iaño_10	-,0380669	,026567	-1,43	0,152	-,0901373	,0140034
_Iaño_11	-,024794	,027477	-0,90	0,367	-,078648	,0290599
Inace~6201	,1502468	,0342123	4,39	0,000	,0831919	,2173017
Inace~6202	,1775054	,0351493	5,05	0,000	,108614	,2463968
Inace~7010	,1179989	,0318167	3,71	0,000	,0556393	,1803585
_Iaño~8_5829	,0324131	,022941	1,41	0,158	-,0125504	,0773766
_Iaño~8_6201	,056216	,0142449	3,95	0,000	,0282964	,0841355
_Iaño~8_7010	,0405254	,0113304	3,58	0,000	,0183183	,0627325
_Iaño~9_6201	,0470896	,0294003	1,60	0,109	-,0105338	,104713
_Iaño~9_6202	-,0126112	,0275311	-0,46	0,647	-,0665712	,0413487
_Iaño~9_7010	,0359561	,0274688	1,31	0,191	-,0178818	,089794
_Iaño~0_6201	,0145662	,0310885	0,47	0,639	-,0463661	,0754984
_Iaño~0_6202	-,0105587	,0287291	-0,37	0,713	-,0668667	,0457494
_Iaño~0_7010	,0125051	,0292377	0,43	0,669	-,0447997	,0698099
_Iaño~1_6201	-,0015277	,0320889	-0,05	0,962	-,0644207	,0613654
_Iaño~1_6202	-,0132385	,0300846	-0,44	0,660	-,0722032	,0457263
_Iaño~1_7010	-,0003114	,0294665	-0,01	0,992	-,0580646	,0574418
_cons	-1,101235	,1232537	-8,93	0,000	-1,342808	-,859662

6 REGRESIÓN MEDIANTE EL MÉTODO DE PRAIS-WINSTEN

Mediante la regresión de Prais-Winsten se obtienen unos errores estándar corregidos por heterocedasticidad y autocorrelación siguiendo un proceso AR(1).

De la Tabla 19 se deduce que el modelo estimado en conjunto es significativo, ya que el p-valor asociado al test de Wald es menor que cualquier nivel de significación.

Además, los coeficientes estimados de cada variable que son significativos de forma individual para explicar el modelo son, el logaritmo neperiano de la inversión en I+D, el coeficiente de solvencia, el coste de los empleados sobre los ingresos de la empresa, la constante y algunas de las variables de control (el año, el Código NACE, la interacción de ambas y la que mide el tamaño de la empresa mediante el logaritmo neperiano del valor de la misma).

La bondad de ajuste del modelo medido a través del R^2 es de 0,8826, siendo este un valor elevado.

TABLA 19. ESTIMACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO DE PRAIS-WINSTEN

Variable de grupo: id		Número de obs	= 149
Variable de tiempo: año		Numero de grupos	= 34
Panels: heteroskedastic (sin balancear)		Obs por grupo: min	= 1
Correlación: panel-specific AR(1)		avg	= 4,382353
		max	= 5
Covarianzas estimadas	= 34	R^2	= 0,8826
Autocorrelaciones estimados	= 34	Wald $X^2(29)$	= 2251,67
Coefficientes estimados	= 70	Prob > X^2	= 0,0000

roa	Het-corrected					
	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnrd	,0189433	,0097876	1,94	0,053	-,0002401	,0381267
coef_solv	,2715783	,0337708	8,04	0,000	,2053888	,3377679
CEmpl/ing	-,1267754	,0420952	-3,01	0,003	-,2092804	-,0442703
tamaño	,0246602	,0071055	3,47	0,001	,0107337	,0385867
_Iaño_8	-,0153914	,006909	-2,23	0,026	-,0289327	-,0018501
_Iaño_9	,0792055	,0086967	9,11	0,000	,0621602	,0962508
_Iaño_10	-,1606382	,0100171	-16,04	0,000	-,1802713	-,1410051
_Iaño_11	-,0981329	,0112831	-8,70	0,000	-,1202473	-,0760185
Inace~2894	,0226488	,0112356	2,02	0,044	,0006275	,0446701
Inace~4651	-,1577299	,0109745	-14,37	0,000	-,1792395	-,1362203
Inace~5829	-,2023375	,041237	-4,91	0,000	-,2831606	-,1215144
Inace~6120	-,3184602	,0220008	-14,47	0,000	-,361581	-,2753395
Inace~6200	-,1120389	,0135722	-8,26	0,000	-,1386398	-,0854379
Inace~6201	-,095433	,0203336	-4,69	0,000	-,1352861	-,05558
Inace~6202	-,0719926	,022449	-3,21	0,001	-,1159919	-,0279932
Inace~6203	-,1907821	,0117032	-16,30	0,000	-,2137199	-,1678443
Inace~6209	,0799764	,0106835	7,49	0,000	,0590371	,1009157
Inace~6399	-,1221426	,0196512	-6,22	0,000	-,1606583	-,083627
Inace~6420	-,1279529	,0305916	-4,18	0,000	-,1879113	-,0679944
Inace~7010	-,1076348	,01274	-8,45	0,000	-,1326047	-,0826648
Inace~7022	-,0611694	,033103	-1,85	0,065	-,12605	,0037113
_Iaño~8_2894	-,0073152	,0036427	-2,01	0,045	-,0144548	-,0001756
_Iaño~8_5829	,0101175	,0233025	0,43	0,664	-,0355546	,0557896
_Iaño~8_6120	,093115	,0054089	17,22	0,000	,0825138	,1037162
_Iaño~8_6201	,0459468	,019314	2,38	0,017	,008092	,0838016
_Iaño~8_6202	-,0196793	,0189538	-1,04	0,299	-,056828	,0174694
_Iaño~8_6209	-,0288818	,0096941	-2,98	0,003	-,0478818	-,0098818
_Iaño~8_6399	-,0704348	,0103781	-6,79	0,000	-,0907754	-,0500941
_Iaño~8_6420	,0799292	,039692	2,01	0,044	,0021343	,157724
_Iaño~8_7010	,015083	,0104864	1,44	0,150	-,0054699	,035636
_Iaño~8_7022	,1474648	,0347362	4,25	0,000	,0793831	,2155465
_Iaño~9_2894	-,1301844	,0065643	-19,83	0,000	-,1430502	-,1173186
_Iaño~9_4651	-,0853178	,0139072	-6,13	0,000	-,1125753	-,0580602
_Iaño~9_5829	-,1579776	,027794	-5,68	0,000	-,2124528	-,1035024
_Iaño~9_6120	-,0249687	,0070605	-3,54	0,000	-,0388071	-,0111303
_Iaño~9_6200	-,0678688	,0108276	-6,27	0,000	-,0890905	-,0466472
_Iaño~9_6201	-,0926335	,0231755	-4,00	0,000	-,1380565	-,0472104
_Iaño~9_6202	-,1536487	,0211362	-7,27	0,000	-,1950749	-,1122225
_Iaño~9_6203	-,0118535	,0059339	-2,00	0,046	-,0234838	-,0002233
_Iaño~9_6209	-,1587097	,0123495	-12,85	0,000	-,1829142	-,1345052
_Iaño~9_6399	-,1133338	,0031127	-36,41	0,000	-,1194345	-,1072331

roa	Het-corrected					
	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
_Iaño~9_6420	-,0296805	,0410674	-0,72	0,470	-,1101712	,0508102
_Iaño~9_7010	-,0994792	,0135154	-7,36	0,000	-,125969	-,0729894
_Iaño~9_7022	,0303902	,031886	0,95	0,341	-,0321053	,0928856
_Iaño~0_2894	,1956514	,0027343	71,56	0,000	,1902924	,2010104
_Iaño~0_4651	,3144808	,0192007	16,38	0,000	,2768482	,3521134
_Iaño~0_5829	,1224233	,0297914	4,11	0,000	,0640332	,1808135
_Iaño~0_6120	,233184	,0074414	31,34	0,000	,2185991	,2477689
_Iaño~0_6200	,1575362	,0082927	19,00	0,000	,1412828	,1737896
_Iaño~0_6201	,1566797	,0232946	6,73	0,000	,1110232	,2023362
_Iaño~0_6202	,1273146	,023414	5,44	0,000	,0814241	,1732052
_Iaño~0_6203	,2176465	,0047479	45,84	0,000	,2083408	,2269522
_Iaño~0_6209	,0453571	,0177445	2,56	0,011	,0105786	,0801357
_Iaño~0_6399	,1317165	,0019809	66,49	0,000	,127834	,135599
_Iaño~0_6420	,2042064	,0414475	4,93	0,000	,1229708	,2854419
_Iaño~0_7010	,1387711	,0159216	8,72	0,000	,1075654	,1699768
_Iaño~0_7022	,2619696	,0327694	7,99	0,000	,1977427	,3261964
_Iaño~1_2894	,1260189	,0025936	48,59	0,000	,1209355	,1311024
_Iaño~1_4651	,538849	,0112658	47,83	0,000	,5167684	,5609296
_Iaño~1_5829	,0741121	,0320013	2,32	0,021	,0113906	,1368336
_Iaño~1_6120	,1572792	,0083015	18,95	0,000	,1410086	,1735498
_Iaño~1_6200	,0721095	,0062445	11,55	0,000	,0598705	,0843486
_Iaño~1_6201	,1037424	,0251891	4,12	0,000	,0543727	,153112
_Iaño~1_6202	,0714066	,0259724	2,75	0,006	,0205015	,1223116
_Iaño~1_6203	,166747	,0067776	24,60	0,000	,1534632	,1800308
_Iaño~1_6209	,024078	,014666	1,64	0,101	-,0046668	,0528227
_Iaño~1_6420	,1039572	,0405525	2,56	0,010	,0244758	,1834387
_Iaño~1_7010	,0686773	,0172072	3,99	0,000	,0349518	,1024027
_Iaño~1_7022	,1959539	,0353025	5,55	0,000	,1267622	,2651456
_cons	-,7602954	,1559777	-4,87	0,000	-1,066006	-,4545848
rhos = ,1404644 ,6969273 ,0603175 ,5739146 -,2016232 ,,, -1,49e-14						

Tras el análisis mediante el método de Prais-Winsten de las variables explicativas (el logaritmo neperiano de la inversión en I+D, coeficiente de solvencia y coste de los empleados sobre los ingresos de la empresa), se procede a realizar un análisis sobre las variables de control.

La Tabla 20 recoge los resultados del contraste para las variables de control. Según este contraste la hipótesis nula dice que los coeficientes estimados de las variables de control son iguales a cero.

Los resultados de dicho contraste nos dice que todas las variables de control tienen los coeficientes estimados significativamente distintos de cero. Y por tanto, son significativas en la explicación de la rentabilidad sobre activos.

TABLA 20. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES INDICADOR

H ₀	Los coeficientes estimados de las variables de control Año son iguales a cero.
Estadístico del contraste	$X^2(1) = 96,16$
P-valor	Prob > $X^2 = 0,0000$
H ₀	Los coeficientes estimados de las variables de control Código NACE son iguales a cero.
Estadístico del contraste	$X^2(1) = 4,06$
P-valor	Prob > $X^2 = 0,0438$
H ₀	Los coeficientes estimados de las variables de control creadas a partir de la interacción entre el Año y el Código NACE son iguales a cero.
Estadístico del contraste	$X^2(1) = 4,03$
P-valor	Prob > $X^2 = 0,0446$
H ₀	El coeficiente estimado de la variable de control Tamaño es igual a cero.
Estadístico del contraste	$X^2(1) = 12,04$
P-valor	Prob > $X^2 = 0,0005$

7 RESULTADOS GLOBALES DEL CONTRASTE DE LAS HIPÓTESIS DE PARTIDA.

A continuación, se pretende señalar los resultados que se han alcanzado mediante el método de Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles (MCGF) y el método de Prais-Winsten.

Los resultados aparecen en la Tabla 21, donde se presentan los contrastes de hipótesis, las variables independientes asociadas y si finalmente se verifica la relación esperada.

TABLA 21. RESULTADOS DEL CONTRASTE DE HIPÓTESIS

HIPÓTESIS	VARIABLES INDEPENDIENTES	RELACIÓN ESPERADA	SE VERIFICA
H ₁ : A mayor inversión en I+D realizado por la empresa, mayor es la rentabilidad sobre activos.	Logaritmo neperiano de la inversión en I+D.	Positiva	Si
H ₂ : A mayor solvencia de la empresa, mayor es la rentabilidad sobre activos.	Coficiente de solvencia.	Positiva	Si
H ₃ : A mayor coste de los empleados sobre los ingresos de la empresa, menor es la rentabilidad sobre activos.	Costes de empleados sobre ingresos de explotación.	Negativa	Si

A continuación, se procede a explicar las hipótesis y los resultados que se han obtenido.

- **H₁: A mayor inversión en I+D realizada por la empresa, mayor es la rentabilidad sobre activos.**

Esta hipótesis se verifica debido a la significación y el signo positivo del coeficiente asignado a la variable logaritmo neperiano de la inversión del I+D. El resultado obtenido en este estudio, al igual que algunos de los anteriormente descritos en la literatura previa, contrasta la existencia de una influencia positiva entre la inversión en I+D y la rentabilidad sobre activos o ROA.

- **H₂: A mayor solvencia de la empresa, mayor es la rentabilidad sobre activos.**

Se cumple esta hipótesis debido a la significación y el signo positivo del coeficiente asignado a la variable coeficiente de solvencia. Por tanto, las empresas que tienen una mayor solvencia, obtienen una mayor rentabilidad sobre activos. Por tanto existe una relación positiva entre el coeficiente de solvencia y la rentabilidad sobre activos o ROA.

- **H₃: A mayor peso del coste de los empleados sobre los ingresos de explotación, menor rentabilidad sobre activos.**

Al igual que las anteriores hipótesis, la H₃ se verifica debido a la significación y el signo negativo del coeficiente asignado a la variable coste de empleados sobre ingresos de explotación. De este estudio se puede contrastar la existencia de una influencia negativa entre el peso del coste de los empleados dentro de los ingresos de la empresa y la rentabilidad sobre activos o ROA. Por lo tanto, a menores costes de empleados respecto de los ingresos de explotación, se obtiene una mayor rentabilidad sobre activos y viceversa.

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES

La inversión en Investigación y Desarrollo ha sido considerada como un tema con controversia. Aunque puede ser una estrategia que conlleve a generar ventajas competitivas y una mejora de la rentabilidad de las empresas. Lo malo, es que hay muchas empresas que son reacias a invertir en I+D debido a los riesgos que supone, sin olvidarse de las empresas del sector público que en los últimos años y debido a la crisis han visto disminuida su inversión en I+D procedente del gobierno y de las empresas privadas.

El objetivo del presente trabajo era estudiar la influencia que podía tener las variables relacionadas con el gasto en I+D y otros ratios económicos-financieros sobre la rentabilidad de las empresas.

La muestra analizada ha estado constituida por 42 empresas relacionadas con actividades informáticas, pertenecientes a la Unión Europea y durante el periodo comprendido entre el 2007 y el 2011.

Para ello, se tomó como variable dependiente el ROA o Rentabilidad sobre Activos y como variables independientes o explicativas algunos ratios como el coeficiente de solvencia, la inversión en Investigación y Desarrollo, el coste de empleados sobre ingresos de explotación y variables de control como el tamaño de la empresa.

A partir de los datos de panel manejados, se estiman finalmente dos modelos mediante los métodos de Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles y Prais-Winsten. En vista de los resultados obtenidos, se observa que existe influencia positiva de la inversión en I+D sobre la Rentabilidad sobre Activos de las empresas. También se demuestra que hay influencia positiva del coeficiente de solvencia sobre dicho ratio. Por otro lado, la influencia que tienen los costes de empleado sobre ingresos de explotación es negativa. Y hay una influencia positiva del valor de la empresa, en cuanto a la expresión de su tamaño.

Por tanto, se puede afirmar que un mayor esfuerzo en Investigación y Desarrollo, tener un coeficiente de solvencia alto y presentar un mayor valor de la empresa conlleva a unos mejores resultados sobre activos. Y, la presencia de un peso elevado del coste de los empleados dentro de los ingresos de la empresa, hace que la rentabilidad sobre activos disminuya.

Por otra parte, no podemos afirmar que otras variables no tengan influencia sobre el ROA, ya que no se han podido incluir por posibles problemas de multicolinealidad entre ellas.

Por tanto, podemos aceptar las hipótesis H_1 y H_2 , según las cuales existe una relación positiva entre las variables inversión en I+D y coeficiente de solvencia. Además, aceptamos la hipótesis H_3 , que hay una influencia negativa del coste de empleados sobre ingresos de explotación sobre la variable dependiente rentabilidad sobre activos o ROA.

Hay que añadir que en este análisis se han incluido variables indicador, como el años, el Código NACE y así como la interacción de ambas, ya que la coyuntura económica puede haber afectado de forma distinta según los distintos subsectores pertenecientes a los ordenadores.

Las limitaciones que presenta el presente proyecto son el no trabajar con un periodo más amplio, el no haber incluido más sectores en el análisis o el haber utilizado modelos dinámicos.

Como línea de investigación futura, parece interesante ver la posible influencia de forma inversa, es decir, la que puede haber entre los ratios económicos-financieros sobre las variables relacionadas con la Investigación y el Desarrollo. De esta forma se puede incluir como variable explicativa, la variable dependiente utilizada en el presente análisis.

BIBLIOGRAFÍA

- Acedo, M.A.; Ayala, J.C. y Rodríguez, J.E. (2006). *Factores determinantes de la rentabilidad de la empresa riojana*. Instituto de Estudios Riojanos, España.
- Añón, D. y Manjón, M. (2009): Aportación de la inversión en I+D a las mejoras en la productividad. *Economía Industrial*, nº 373, 13-22.
- Aparicio, J. y Márquez, J. (2005). *Diagnóstico y especificación de modelos de panel en Stata 8.0*. Métodos cuantitativos II. CIDE, México.
- Brown, M. B. y Forsythe A. B. (1974): Robust test for the equality of variances. *Journal of the American Statistical Association*, vol. 69, 364-367.
- Busom, I. (2005): *La rentabilidad de la inversión en I+D+i*. Centre Economía Industrial, España.
- Cuello, D.J. y López-Cózar, C. (2011). I+D y rentabilidad empresarial: una relación circular en el sector farmacéutico. *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, vol. 20, 23-34.
- Del Monte, A. y Papagni, E. (2003). R&D and the growth of firms: Empirical analysis of a panel of italian firms. *Research Policy*, vol. 32, 1003-1014.
- Duarte, T., Pérez, J. A. y Camúñez, J. A. (2012). La relevancia de los gastos de I+D. Estudio empírico en el sector del automóvil. *Revista de Contabilidad*, vol. 15, 257-286.
- Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. (2003). *Manual de Frascati, 2002: medición de las actividades científicas y tecnológicas: propuesta de norma practica para encuestas de investigación y desarrollo experimental*. Fundación Española Ciencia y Tecnología, Madrid.

Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. (2007). *R&D and innovation in Spain, improving the policy mix*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, España.

Gibrat R. (1931). *Les Inégalités économiques*. Librairie du Recueil Sirey, France.

Gobierno de España (2013). *Plan estatal de investigación científica y técnica y de innovación 2013-2016*. Ministerio de Economía y Competitividad. Consultado el 5 de Junio de 2013, en <http://www.idi.mineco.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.7eeac5cd345b4f34f09dfd1001432ea0/?vgnnextoid=49c1a9d3a268c310VgnVCM1000001d04140aRCRD>.

Greene, W. (2000): *Econometric Analysis*. Prentice-Hall, EE.UU.

Hall, B. H.; Mairesse, J.y Mohnen, P. (2009). Measuring the Returns to R&D. *Working Paper Series*, nº 15622. NBER, EE.UU.

Levene, H. (1960): Robust tests for equality of variances, en Olkin, I. (ed.), *Contributions to Probability and Statistics: Essays in Honor of Harold Hotelling*, Stanford University Press, Menlo Park (CA), 278-292.

Mojtahedzadeh, V.y Abedi, Z. (2010). The effect of research and development (R&D) expenditures on firms value. *International Review of Business Research Papers*, 6, 187 - 200.

Ohlson, J. A. (1995): Earnings, book values and dividends in equity valuation. *Contemporary Accounting Research*, 11, 661-687.

Organización de Cooperación y Desarrollo Económico y Oficina Estadística de las Comunidades Europeas. (2005). *Manual de Oslo: Guía para la recolección e interpretación de datos sobre innovación*. 3ª Edición. OCDE, Francia.

Prais, S.J. y Winsten, C.B. (1954): *Trend estimators and serial correlation*. Cowles Commission, Discussion paper no. 383, EE.UU.

Salmerón, R. (2012). *Notas sobre el estimador por Mínimos Cuadrados Generalizados*.

Disponible en libre acceso en
<http://www.ugr.es/~romansg/material/WebEco/mcg.pdf>.

Schimke, A. y Brenner, T. (2011). Temporal structure of firm growth and the impact of R&D. *Working Paper Series in Economics*, vol. 32. Karlsruher Institut für Technologie, Alemania.

Uriel, E. (2004): *Multicolinealidad*. Disponible en libre acceso en
<http://www.uv.es/uriel/material/multicolinealidad3.pdf>

Wooldridge, J. M. (2002). *Econometric analysis of cross section and panel data*. MIT Press, EE.UU.

Wooldridge, J. M. (2010). *Introducción a la econometría: un enfoque moderno*. 4ª Edición. Cengage Learning. México.

RECURSOS ON-LINE

Bureau van Dijk Electronic Publishing. *Amadeus*. Consultado el 26 de Mayo de 2013, en https://0-amadeus.bvdinfo.com.almena.uva.es/version-2013618/Search.QuickSearch.serv?_CID=1&context=3ED48S3V96WF998

Damodaran, A. *Damodaran Online*. Consultado el 18 de Mayo de 2013, en: <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>

Diccionario de la lengua española. *Real Academia Española*. Consultado el 17 de Mayo de 2013, en <http://www.rae.es/rae.html>

Eurostat. *Eurostat*. Consultado el 29 de Diciembre de 2012, en <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>

Instituto Nacional de Estadística. Ciencia y Tecnología. *Investigación y Desarrollo Tecnológico*. Consultado el 16 de Mayo de 2013, en http://www.ine.es/inebmenu/mnu_imasd.htm

The EU Industrial R&D Investment Scoreboard. *The Economics of Industrial Research & Innovation (IRI)*. Consultado el 14 de Mayo de 2013, en <http://iri.jrc.es/reports.htm>.