

ESTUDIOS ECONOMÉTRICOS PITEC 2016:

INVERSIÓN PRIVADA EN I+D, APOYO PÚBLICO E INNOVACIÓN EN LOS AÑOS DE CRISIS



Directora del equipo de investigación:

Isabel Busom, Departamento de Economía Aplicada, Universitat Autònoma de Barcelona.

Investigadores:

Jorge Andrés Vélez es doctorando en el Programa Doctorate in Economics, Management and Organization (DEMO), Departamento de Economía de la Empresa, Universitat Autònoma de Barcelona

Isabel Busom, Departamento de Economía Aplicada, Universitat Autònoma de Barcelona

Edita:

Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, FECYT, 2016

RESUMEN

El objetivo de este estudio es describir y analizar la evolución de la inversión en innovación empresarial en España durante el período comprendido entre los años 2005 a 2013, que incluyen una fase de expansión y una de recesión y crisis. Para ello se usa la muestra de empresas del PITEC, y se estiman un conjunto de modelos empíricos de carácter estático mediante los que se pretende detectar si se han producido cambios, a lo largo del período 2005-2013, en las correlaciones entre algunos indicadores de la actividad innovadora de las empresas y distintas variables de interés.

Se presta atención especialmente a la relación entre decisiones de inversión en I+D, introducción de innovaciones, apoyo público, variación de las ventas de la empresa, percepción de los obstáculos de financiación externa y capital humano. De los resultados se desprende que a partir del año 2011 y hasta 2013 inclusive la introducción de innovaciones de proceso o de producto en el mercado disminuyó significativamente y de forma intensa en relación al año 2006, independientemente de las características de las empresas. En el caso de las Pymes, ello se puede atribuir en gran medida a que muchas dejaron de invertir en I+D. El reto que se plantea para la política económica es no sólo la mejora del entorno macroeconómico para estimular el esfuerzo en I+D de las grandes empresas, sino la recuperación y expansión principalmente de la masa de Pymes innovadoras con capital humano y basadas en el conocimiento, especialmente de las jóvenes.



Introducción



El objetivo de este estudio es describir y analizar la evolución de la inversión en innovación empresarial en España durante el período comprendido entre los años 2005 a 2013, que incluyen una fase de expansión y una de recesión y crisis. Se pretende caracterizar la repercusión de los años de la reciente crisis sobre las decisiones empresariales de inversión en I+D y en innovación, sobre el acceso de las empresas a las ayudas públicas para innovar, y sobre los resultados de la innovación.

El fuerte componente financiero de la crisis ha influido en la capacidad de las empresas para acceder a la financiación necesaria para continuar o para iniciar proyectos de I+D e innovación en todos los países del entorno, aunque con distinta intensidad. En el conjunto de los países de la OCDE la inversión en I+D se redujo globalmente un 4.5% el año 2009, aunque en algunos no lo hizo (OCDE 2012). Dada la estrecha relación entre innovación y productividad, cabe anticipar que el impacto de los años de crisis sobre la inversión en innovación tendrá efectos a medio y largo plazo, tanto a nivel empresarial como para el conjunto del país. Para reducir los efectos negativos que se hayan producido en la capacidad de innovación puede ser conveniente revisar las políticas de apoyo, para lo que es preciso disponer de un análisis del impacto de la crisis sobre la innovación en las empresas, impacto que puede haber sido distinto según los sectores de actividad y algunas características de las empresas, entre ellas su tamaño y sector.

Las preguntas que se formulan son las siguientes:

1. ¿En qué medida las empresas han abandonado proyectos de innovación que tenían en curso al estallar la crisis? ¿Cuál es el perfil de estas empresas?
2. ¿Cuál ha sido la evolución de las ayudas públicas directas a la I+D empresarial a lo largo del reciente ciclo económico? ¿Se ha modificado el acceso de las empresas a las mismas, y su tipología?
3. ¿Cómo ha evolucionado la introducción de innovaciones?
4. ¿Se observan comportamientos diferenciados entre empresas de diversos sectores, y entre grandes y pymes?


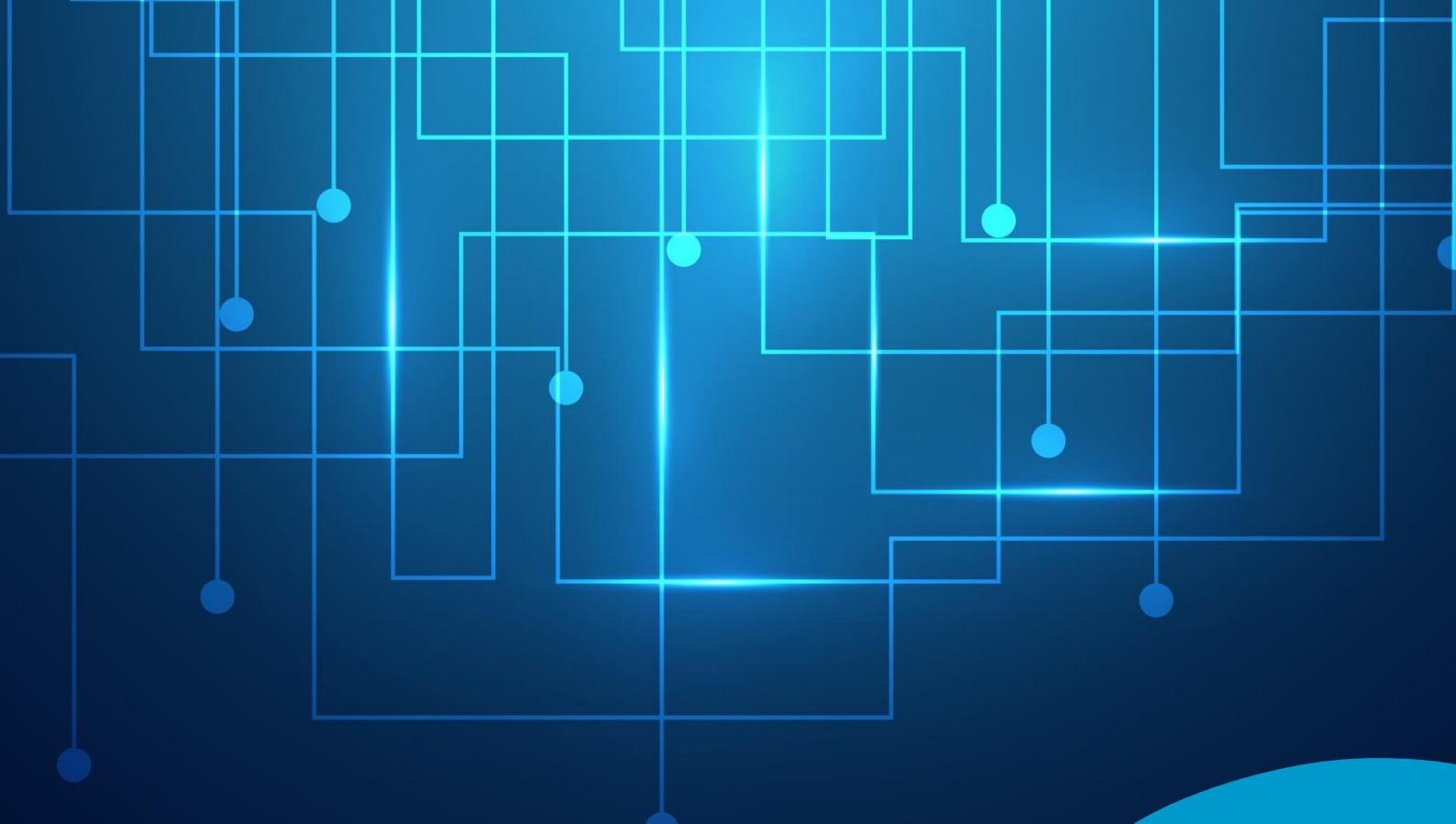
Las respuestas a estas preguntas pueden proporcionar información útil para la reformulación de políticas públicas de apoyo a la I+D privada durante los años de salida de la crisis. A nuestro entender apenas existen estudios que las aborden conjunta y explícitamente, aunque algunas investigaciones han analizado separadamente el comportamiento cíclico de la I+D en las empresas españolas, el abandono de proyectos de investigación y el acceso a ayudas públicas, como se comentará más adelante.

Para analizar las preguntas planteadas se utiliza la base de datos del PITEC de los años 2005 a 2013.¹ Se realiza en primer lugar un análisis descriptivo de esta muestra de empresas, y en segundo lugar se plantean un conjunto de modelos empíricos para contrastar algunas hipótesis relativas a las preguntas formuladas. Los resultados que se presentan corresponden a una primera fase de esta línea de investigación, de carácter fundamentalmente exploratorio, en la que se adopta un enfoque estático para detectar si se han producido cambios, a lo largo del ciclo, en las correlaciones entre las distintas variables de interés.

El estudio se estructura en los apartados siguientes. En el apartado 2 se presenta un análisis descriptivo de la evolución del comportamiento de la muestra de empresas del PITEC en cuanto a las actividades de innovación, acceso al apoyo público y variables relacionadas; en el apartado 3 se revisa la evidencia existente principalmente en relación al comportamiento cíclico de la inversión en I+D; en el apartado 4 se describen los modelos que se estiman, y en el 5 se presentan los resultados de las estimaciones; en el apartado 6 se concluye.

.

¹El PITEC empieza en el año 2003 con una muestra más reducida de empresas que a partir de 2005. Inicialmente comprendía una muestra de empresas con 200 o más empleados y una muestra de las que tenían gastos en I+D interna). En 2004 se incluyen empresas con menos de 200 empleados con gastos en I+D externa pero sin I+D interna y en 2005 añade una muestra de empresas con menos de 200 empleados sin gastos en innovación.



Evolución de la actividad innovadora empresarial 2005- 2013

Las características y desarrollo de la crisis económica en España son bien conocidas y están ampliamente documentadas. La cuestión que se plantea, al iniciarse de la recuperación, es cuáles son las perspectivas de consolidación de la misma y la capacidad de generación de crecimiento a medio plazo. En este sentido, según el Banco de España (2014) las perspectivas son moderadas, condicionadas tanto por factores externos como internos.² De hecho, se prevé una tasa de crecimiento potencial de la economía inferior al potencial histórico.

Como indica la abundante evidencia, el crecimiento de la productividad, y más específicamente el de la productividad total de los factores (PTF), constituye uno de los requisitos para alcanzar mayores tasas de crecimiento. Una de las variables que impulsa el crecimiento de la PTF, es, a su vez, la capacidad de innovación de las empresas, que deriva en gran parte de la inversión en I+D, junto con la formación de la población activa.

En España el esfuerzo privado en I+D había experimentado una evolución positiva hasta el año 2008, convergiendo gradualmente hacia la media de los países de la zona euro. Desde representar alrededor de un 40% de dicha media el año 2000, esta variable se aproximaba, el año 2008, a un 60% de la media. Desde entonces la brecha ha aumentado, situándose en un 50% el año 2013, nivel que se había alcanzado en 2004.³ La recesión económica ha afectado el esfuerzo privado en innovación más negativamente que en otros países del entorno.

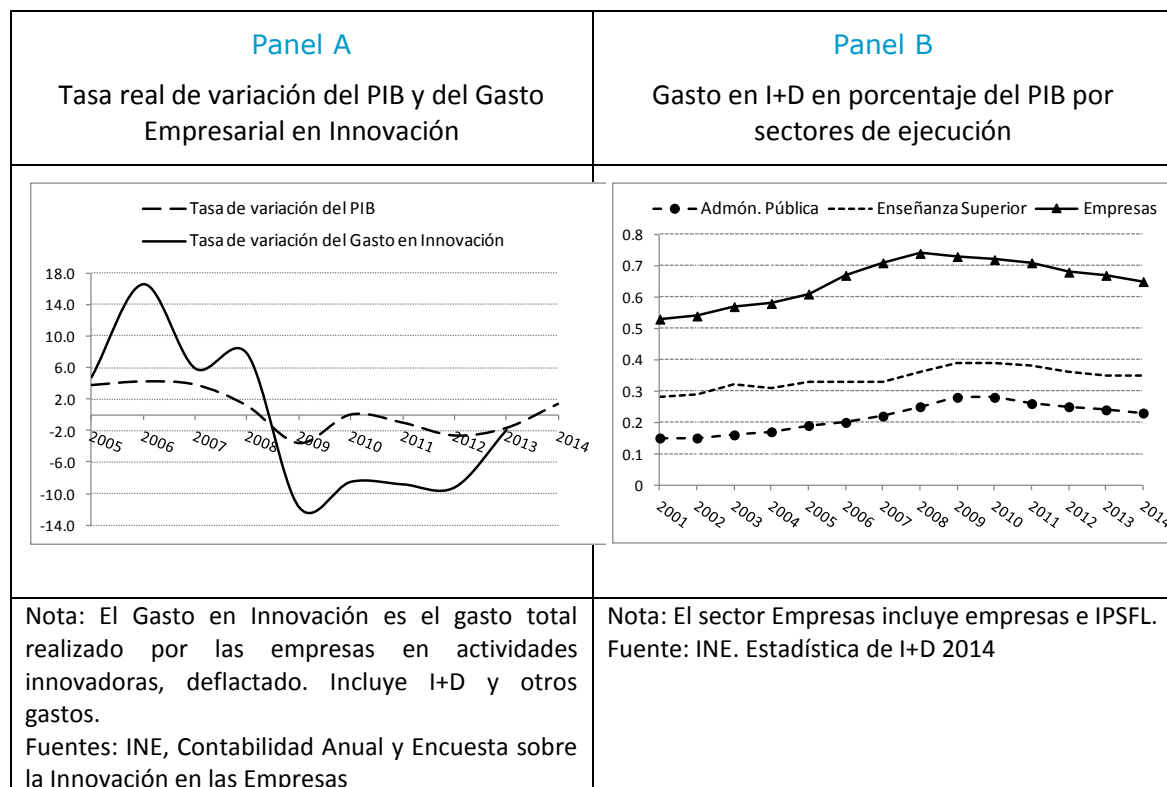
El Gráfico 1 muestra la evolución de algunas variables agregadas. En el panel A, la tasa de variación del PIB (en volumen) en el período 2005 a 2013, así como la tasa de variación del gasto empresarial en innovación deflactado. En el Panel B se observa la

² Véase el Informe Anual de 2014, Banco de España.

³ Véanse los Indicadores Estructurales de la Economía Española y de la UE, Banco de España.

evolución del principal componente del gasto en innovación: el Gasto interno total en actividades de I+D en relación con el PIB, por sector de ejecución.

Gráfico 1. PIB e Inversión en Innovación



En el panel A se puede apreciar que a nivel agregado la evolución del gasto en innovación ha sido fundamentalmente procíclica, con oscilaciones mucho más pronunciada que la evolución del PIB. El panel B muestra que a partir del año 2008 la inversión empresarial en I+D ha perdido peso relativo en el PIB, reflejo de la evolución mostrada en el Panel A. A pesar de que en este último se aprecia una recuperación del gasto en innovación en 2013, todavía no se refleja en términos relativos. En el caso de

las Administraciones Públicas y Enseñanza Superior se observa una reducción de la inversión en I+D dos años más tarde, a partir de 2010.⁴

En los apartados que siguen se presenta una descripción gráfica de la evolución de diversos indicadores relacionados con la actividad innovadora empresarial a lo largo del período 2005 a 2013 para las empresas del PITEC. Para ello se selecciona la muestra de empresas que están presentes en el panel durante los nueve años comprendidos en este período, con el fin de que la evolución de los distintos indicadores no refleje cambios en la composición de la muestra, sino los cambios de comportamiento del mismo grupo de empresas.

En la descripción se distingue entre dos grupos de empresas de la muestra según su tamaño: aquellas con más de 200 empleados (grandes), y las de tamaño igual o inferior a 200 (Pymes). Ello se justifica en primer lugar por la diferencia en el método de muestreo de ambos grupos. Las muestras de empresas grandes se consideran representativas de la población de empresas de este tamaño, incluyendo empresas innovadoras y no innovadoras. En cambio, en el caso de las empresas con 200 o menos empleados la muestra integra aquellas que tienen actividades de I+D interna o externa, a las que se añade una muestra de empresas sin gastos de innovación. Las primeras se hallan sobrerrepresentadas con respecto a la población de este tamaño, debiéndose tener presente esta circunstancia en la interpretación de los gráficos que siguen.⁵ Una segunda razón para distinguir entre empresas de distinto tamaño es que hay evidencia empírica de que su comportamiento a lo largo del ciclo económico no es homogéneo: tamaño y edad de la empresa condicionan significativamente la evolución de su empleo (Fort et al., 2013), y es posible que ello también ocurra en las decisiones

⁴ Icono - FECYT (2014) ofrece un panorama global de la evolución de los indicadores del sistema español de ciencia, tecnología e innovación.

⁵ En el Informe PITEC 2012 se describe la evolución de las actividades de innovación de dos submuestras del PITEC: la de empresas con 200 o más trabajadores, que coincide con la que aquí se denominan empresas grandes, y la de las empresas con gasto en I+D interna, que parcialmente se solapa con la primera, aunque dentro de este segundo grupo se distingue, para algunos indicadores, entre grandes y Pymes.

relacionadas con las actividades de innovación. En particular, el acceso a financiación externa suele ser más difícil para empresas jóvenes, sin reputación o historial crediticio, y que por tanto suelen depender de fuentes de financiación personales.

El número total de empresas incluidas en la muestra es de 8.411, de las que un 30% son empresas grandes (con más de 200 empleados) y 70% son Pymes (empresas con 200 o menos empleados). Por sectores, 51% pertenecen al sector industrial y 49% al sector servicios.⁶ Se debe tener en cuenta que en el PITEC los datos de variables continuas -volumen de negocio, volumen de exportaciones o gasto total en innovación- se someten a un proceso de anonimización, a diferencia de las cualitativas o porcentuales. Por ello su descripción y los resultados del análisis empírico deben interpretarse con la debida cautela.⁷

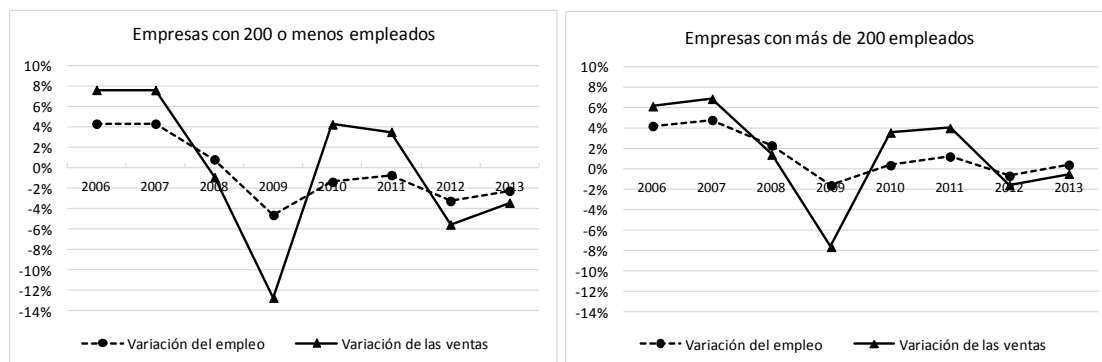
Antes de proceder a la descripción de la evolución de indicadores de las actividades de innovación de las empresas es conveniente visualizar el impacto del ciclo sobre las ventas reales (en euros constantes del año 2005) y el empleo de las empresas integradas en el PITEC. El Gráfico 2 muestra que aunque la tendencia es similar para los dos grupos de empresas, las oscilaciones de ambas variables han sido más acentuadas para las Pymes.

⁶ De la base PITEC original se eliminan para este estudio aquellas que presentan incidencias como cierre, absorción, fusión, escisión, etc. En la descripción se incluyen las empresas de los sectores Energía, Saneamiento y Construcción, pero se excluyen las extractivas, petróleo y agricultura.

⁷ Con respecto al método de anonimización véase http://icono.fecyt.es/PITEC/Paginas/por_que.aspx, así como el Manual Metodológico del PITEC. López (2011) compara estimaciones obtenidas con los datos originales y con los anonimizados y concluye que el uso de datos anonimizados no introduce sesgos importantes.

Gráfico 2. Evolución de empleo y de las ventas. Empresas PITEC.

Precios constantes de 2005



Nota: Las ventas nominales se han deflactado con el deflactor del PIB. Para calcular las tasas medias de variación se han eliminado las observaciones que presentaban tasas de variación superiores al 250%. Asimismo en el caso del empleo se han eliminado observaciones afectadas por fusiones, cesiones, absorciones, o regulación de empleo.

A continuación se describe la evolución en este período de algunos factores que condicionan las decisiones de innovación, como son la percepción empresarial de los obstáculos para hacerlo, el acceso a las ayudas públicas de la administración central, y el capital humano de la empresa. Seguidamente se describe la evolución de las decisiones de inversión en I+D, del abandono de proyectos, y de los resultados de dichas actividades.

2.1 Evolución de las percepciones empresariales sobre los obstáculos para innovar

En el cuestionario se formula la siguiente pregunta "En el periodo 2011-2013, ¿qué importancia tuvieron los siguientes factores al dificultar sus actividades o proyectos de innovación o influir en la decisión de no innovar?", seguida de una lista de once posibles obstáculos relacionados con el acceso a financiación, disponibilidad de personal cualificado e información, y condiciones del mercado. Las respuestas recogen

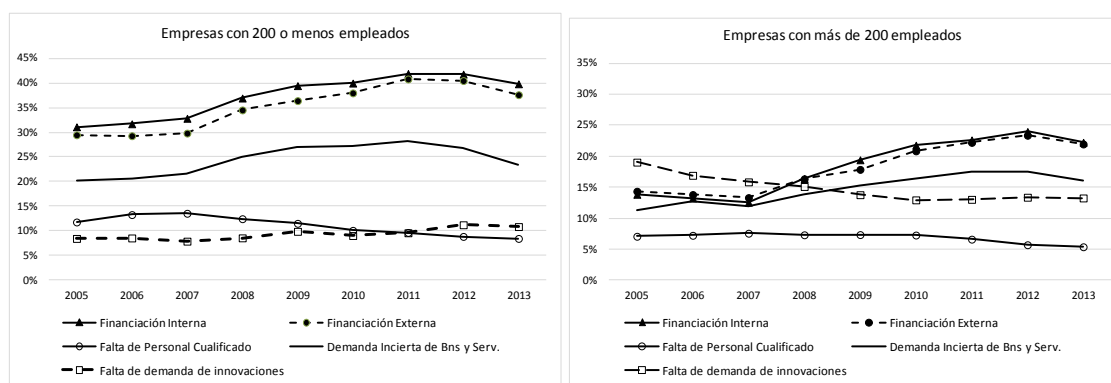
el grado de importancia que para la empresa tiene cada obstáculo, medido en una escala de 1 a 4.⁸

En general las Pymes suelen acusar con mayor intensidad que las empresas grandes todos los obstáculos; la ordenación de los mismos, aunque no es idéntica, tiene rasgos comunes. El principal para todas ellas, especialmente a partir del año 2007, es la disponibilidad de financiación para los proyectos de innovación.

El Gráfico 3 muestra la evolución del porcentaje de empresas que consideran que cada uno de los obstáculos siguientes tiene una importancia elevada para la misma: acceso a la financiación interna y externa, la disponibilidad de personal cualificado, incertidumbre respecto a la demanda de bienes y servicios innovadores, y falta de demanda de innovaciones.

Gráfico 3. Evolución de los principales obstáculos para innovar

Porcentaje de empresas



Aunque a lo largo de todo el período el acceso a financiación, tanto interna como externa, es un obstáculo importante para un porcentaje elevado de Pymes, a partir del año 2007 se observa que lo es para un número creciente de ellas, hasta 2012 inclusive. La evolución es similar en el caso de las empresas grandes, aunque el porcentaje

⁸ Las categorías del grado de importancia son: Elevado, Intermedio, Reducido, No pertinente.

afectado por la dificultad de acceso a la financiación externa es menor: un 23% en el año 2012, frente a un 40% en el caso de las Pymes.

El segundo obstáculo que experimenta un número creciente de empresas, grandes y pymes, es la incertidumbre de la demanda. En cambio, la falta de personal cualificado no se considera que sea un obstáculo importante para la mayoría de las empresas a lo largo de este período. Finalmente, entre las grandes ha disminuido la percepción de que no hay demanda de innovación.

2.2. El acceso a la financiación pública

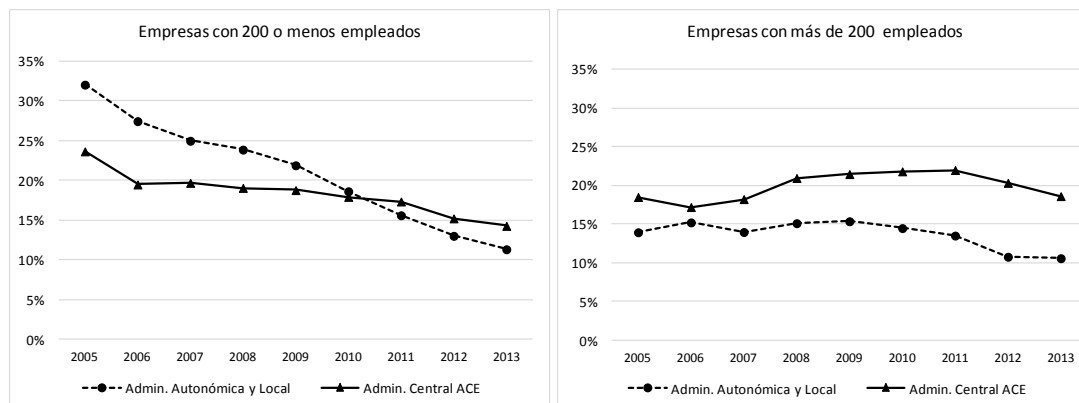
Durante la crisis económica iniciada el año 2008 los distintos países europeos han adoptado medidas de consolidación fiscal que se han traducido de forma diversa en el volumen y la composición del gasto público, y en concreto en los presupuestos dedicados a ciencia y tecnología. En muchos de ellos dichos presupuestos se han reducido entre el período 2006/8 y el año 2010, entre ellos en España, mientras que en Alemania han aumentado, a diferencia de la mayoría (Makkonen 2013).

Esta reducción reforzaría los efectos negativos de la crisis financiera sobre la innovación empresarial en la medida en que existe evidencia de que la financiación pública de los proyectos de innovación empresariales puede contribuir en los períodos de recesión a que las empresas no abandonen proyectos en curso, como sugieren los resultados de García Vega y López (2010) que se comentan más adelante, o no reduzcan su inversión.

El Gráfico 4 muestra la evolución del porcentaje de empresas de la muestra que declaran obtener financiación pública de la Administración Central del Estado (ACE) a lo largo del período 2005-2013, es decir, que responden afirmativamente a la pregunta "Durante el periodo t-2 a t, ¿recibió su empresa apoyo financiero público (préstamos, subvenciones...) para actividades de innovación tecnológica de las siguientes administraciones?" en la casilla correspondiente a la Administración del Estado.

Gráfico 4. Acceso a la financiación pública

Porcentaje de empresas que reciben apoyo público



Se observa una evolución algo distinta entre Pymes y empresas grandes de la muestra del PITEC. Un porcentaje notable de las primeras accedía al apoyo de las Administraciones Autonómicas y Locales al inicio del período, pero éste se ha reducido significativamente a lo largo del mismo. En cambio el porcentaje de Pymes con acceso a ayudas de la Administración Central del Estado (ACE), aunque también se reduce, lo hizo gradualmente hasta el año 2011.

En el caso de las empresas grandes puede observarse que el porcentaje con financiación de la ACE ha sido superior al apoyo local, y que entre 2008 y 2011 un mayor porcentaje tuvo acceso a la primera, sugiriendo que la Administración Central tuvo al inicio de la crisis un comportamiento anti cíclico a este respecto, que no se sostuvo posteriormente.

Debemos tener en cuenta que en el cuestionario se pregunta a la empresa si ha tenido acceso a financiación pública de la ACE, lo que presupone que la empresa ha debido solicitarla previamente. No se pregunta si la empresa solicitó pero no obtuvo financiación, ni pública ni privada. Por tanto es posible que la diferencia observada entre las Pymes y las empresas grandes se deba a que en los años de recesión un porcentaje menor de Pymes se plantease hacer o continuar proyectos de innovación, con o sin apoyo público, y por tanto no solicitase. Estas empresas se encontrarían en peores condiciones que las grandes para cofinanciar con recursos propios un proyecto,

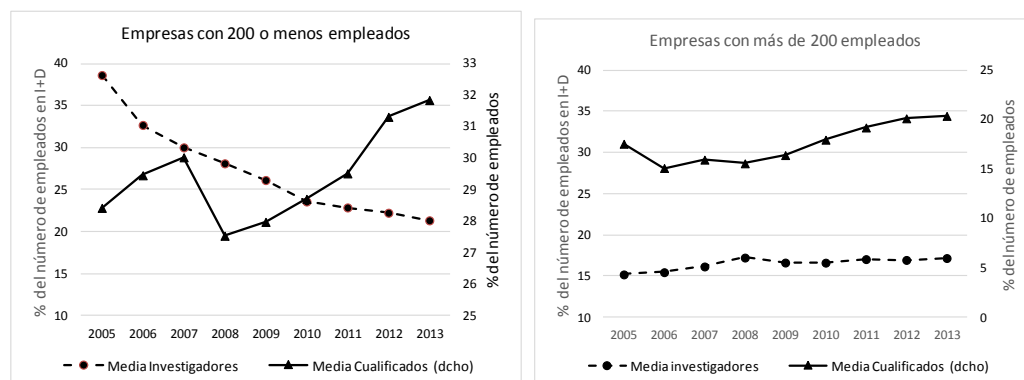
y el coste de preparar una solicitud puede ser proporcionalmente mayor que para las grandes. Aunque plausible, esta es una hipótesis que aquí no podremos contrastar con los datos disponibles.

2.3. El capital humano

En sentido amplio, el capital humano de una empresa comprende no sólo la educación formal de empleados y directivos, sino el conjunto de habilidades, conocimientos y capacidades organizativas y creativas. Los años de educación formal o la titulación son una aproximación a los conocimientos de los empleados, pero otras características no suelen ser observables, aunque pueden estar correlacionadas con la educación formal. En el PITEC desde el año 2006 se dispone del porcentaje de empleados con educación superior, y del porcentaje del personal de I+D que son investigadores desde el año 2003. El gráfico 5 muestra la evolución de la media de estas variables en las dos submuestras.

De acuerdo con estos datos, el grupo de empresas con 200 o menos empleados ha sufrido con mayor intensidad los efectos de la crisis sobre las actividades de investigación, como refleja la disminución del porcentaje de empleados en I+D. Sin embargo el porcentaje de personal con educación superior parece haberse recuperado en los últimos años, siendo este un aspecto muy positivo porque puede facilitar la recuperación de la actividad innovadora si disminuyen otros tipos de barreras, como son las de financiación.

Gráfico 5. Personal con educación superior y personal dedicado a I+D interna



Nota: La información sobre el porcentaje de personal con educación superior está disponible desde 2006; se ha imputado el porcentaje del año 2006 al empleo de 2005.

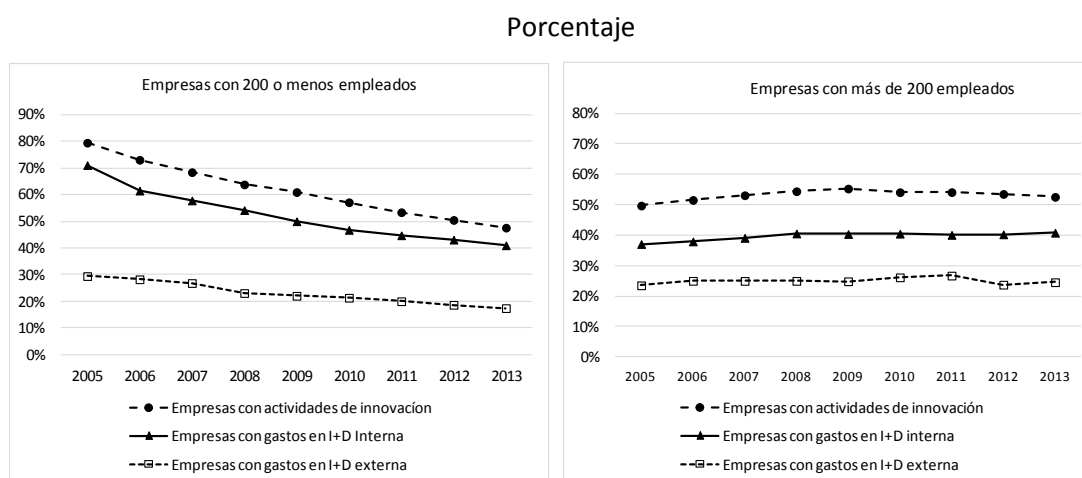
Esta evolución refleja la combinación de dos factores. Por un lado, el porcentaje de empresas sin empleados con educación superior, que alcanzó un 31% el año 2008 en el caso de las empresas grandes de la muestra, se había reducido a un 22% en 2013, es decir, se contrató personal cualificado. Por otro lado, en las empresas que sí tenían empleados con educación superior el porcentaje medio ha aumentado. En estas empresas ha variado gradualmente la composición del empleo por cualificación, lo que puede ser debido tanto a una reducción de la contratación de no cualificados como al aumento de los cualificados.

2.4 Las decisiones de inversión en innovación e I+D

En la Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas se consideran actividades de innovación las científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y de distribución cuyo objetivo es desarrollar o introducir innovaciones. De estos inputs, la inversión en I+D interna es el más importante, tanto para las Pymes como para las empresas grandes, aunque más para las primeras.

En el gráfico 6 se muestra el porcentaje de empresas que llevan a cabo actividades de innovación, y entre ellas I+D interna y externa cada año. En él se puede apreciar el fuerte impacto de la crisis sobre el esfuerzo en innovación de las Pymes. La mayoría de Pymes de la muestra, un 80%, llevaba a cabo actividades de innovación el año 2005, reflejando el criterio de selección de la misma. En su caso estas actividades están constituidas principalmente por la inversión en I+D interna. A partir de 2006 muchas de estas empresas dejan de invertir gradualmente en innovación, de forma que el año 2013 menos del 50% lo hacía. Por el contrario el comportamiento de las grandes ha sido algo más estable, con un crecimiento positivo del porcentaje de empresas con actividades de innovación hasta el año 2009, alcanzando un 55%, pero experimentando una ligera reducción a partir de entonces (53% en el año 2013).

Gráfico 6. Empresas con actividades de innovación



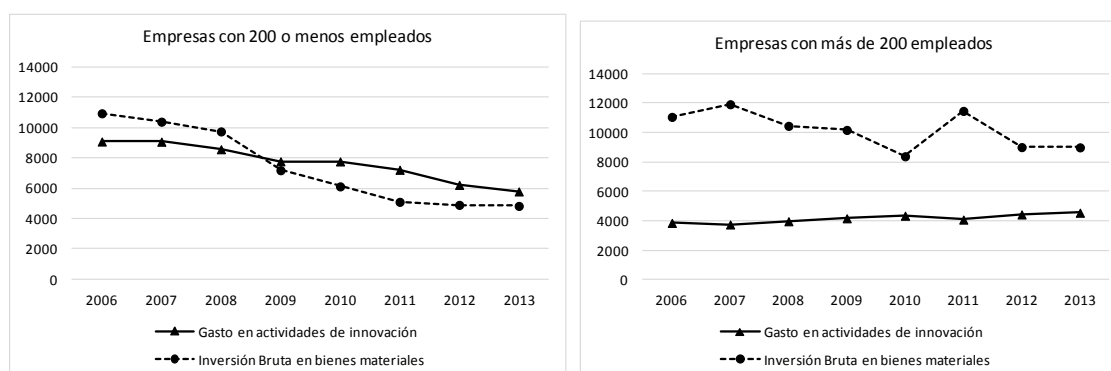
Nota: Las variables se refieren a tener gasto en el año t en cada una de las actividades indicadas.

Para poner esta evolución en perspectiva es conveniente compararla con la evolución de la inversión bruta en bienes materiales, variable que también proporciona el PITEC. El panel A del gráfico 7 muestra la evolución comparada de ambas por empleado (en euros constantes de 2005). El panel B muestra las tasas de variación de la inversión total de ambos tipos. En términos relativos la caída de la inversión bruta en bienes ha sido mayor que la de la inversión en actividades de innovación, tanto para las Pymes

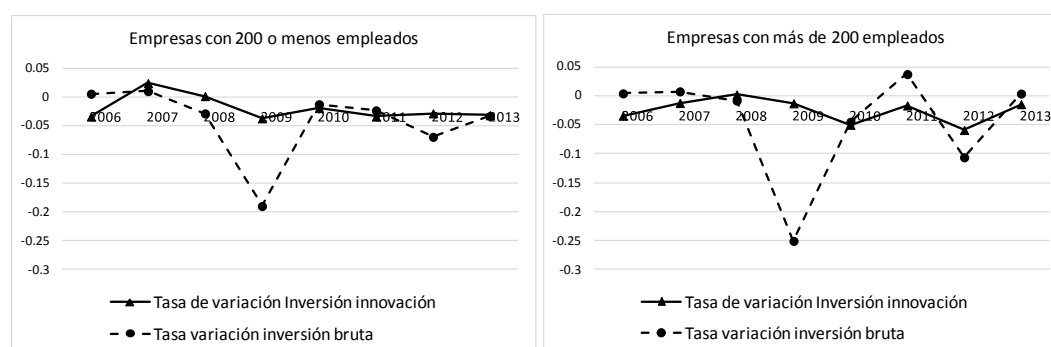
como para las empresas grandes del PITEC. Ello sugiere una mayor estabilidad relativa de esta última a lo largo del ciclo económico, lo que es consistente con la persistencia de la inversión en I+D que muchos estudios empíricos detectan.

Gráfico 7. Evolución de la inversión en innovación y en bienes materiales

Panel A. Inversión por empleado a precios constantes de 2005. Euros.



Panel B. Tasas de variación del volumen de inversión (en diferencias logarítmicas)



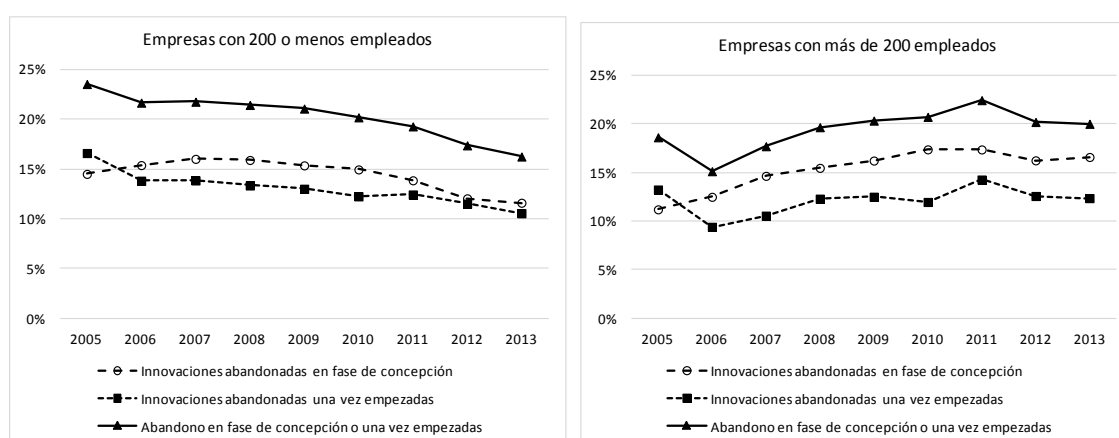
Nota: Se han eliminado observaciones con valores extremos.

A lo largo del ciclo no sólo varía el número de empresas que llevan a cabo actividades de innovación o el volumen de inversión realizada, sino que la recesión podría conducir al abandono de proyectos, bien por falta de financiación, bien por un aumento del grado de incertidumbre de la demanda. El gráfico 8 muestra el porcentaje de empresas que han abandonado proyectos de innovación ya sea en fase de concepción o una vez empezados estos. Se observa que el comportamiento de PYMES y grandes empresas es diferente: antes del año 2008, el abandono era más frecuente entre las Pymes que entre las grandes. Sin embargo a partir de entonces el porcentaje que abandona

proyectos se reduce entre las Pymes, presumiblemente porque se inician menos proyectos, como sugería el gráfico 5. En cambio entre las grandes el porcentaje de abandono se incrementó desde 2006 hasta 2011, presumiblemente porque su cartera de proyectos puede ser superior o más diversificada que la de las Pymes, paralizándose parte de ellos, un extremo que los datos no permiten verificar.

Gráfico 8. El abandono de proyectos y actividades de innovación

Porcentaje de empresas

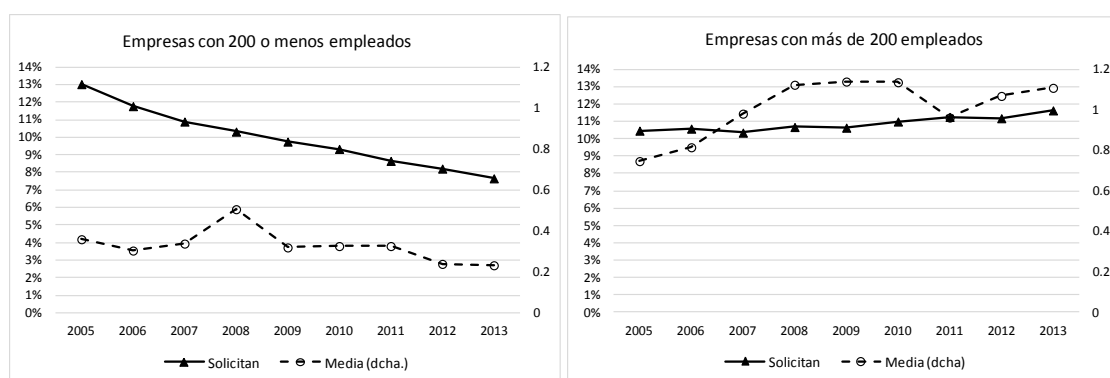


2.5 Los resultados: Patentes e Introducción de Innovaciones

Diversos indicadores complementarios reflejan los resultados del esfuerzo innovador. La solicitud y obtención de patentes es uno de ellos: por un lado éstas certifican un grado de novedad significativo, al tiempo que permiten a la empresa obtener un mayor grado de protección frente a la imitación por parte de otras empresas. Su principal ventaja es que son un indicador objetivo de novedad, pero su limitación es que no todas las invenciones o innovaciones notables se patentan, ni todas la que se patentan se llevan inmediatamente al mercado. Por ello en las encuestas se pregunta además a la empresa si ha introducido innovaciones en un período determinado, cuál es el grado de novedad de las mismas, según lo percibe la empresa, y cuál es el porcentaje que representan los productos nuevos sobre las ventas totales de la empresa.

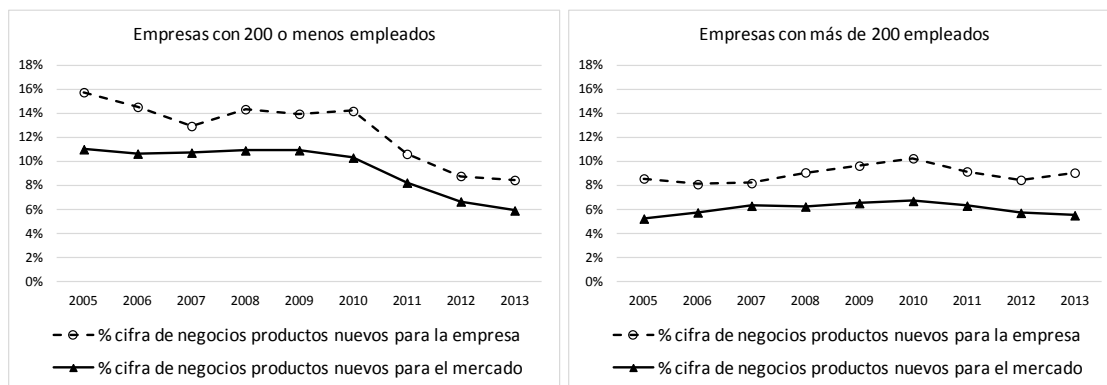
En consonancia con la evolución de la inversión en actividades de innovación, los resultados en los que ésta se traduce, en este caso solicitudes de patentes e introducción de innovaciones, también muestran una evolución negativa, con algunos matices. En primer lugar, el Gráfico 9 muestra que el porcentaje de Pymes que declara haber solicitado alguna patente en los últimos tres años se ha reducido notablemente, mientras que el porcentaje de empresas grandes que lo han hecho se ha mantenido estable e incluso ha aumentado ligeramente desde el año 2011. Sin embargo el número medio de solicitudes de estas últimas experimentó un estancamiento a partir del año 2008 y luego una caída que aparentemente no ha sido duradera.

Gráfico 9. Empresas que solicitan alguna patente en el período t-2 a t, y número medio de solicitudes



En segundo lugar, el Gráfico 10 muestra que el porcentaje de empresas que ha introducido innovaciones de bienes, servicios y procesos ha disminuido a partir del año 2010, de forma similar para los tres tipos de innovaciones, pero más acusadamente en el caso de las Pymes que en el de las grandes. Resulta algo sorprendente que el porcentaje de empresas que introducen innovaciones de proceso disminuya a partir de 2010, cuando cabría esperar que en fase de recesión las empresas buscaran cambios en los procesos con el fin de reducir costes.

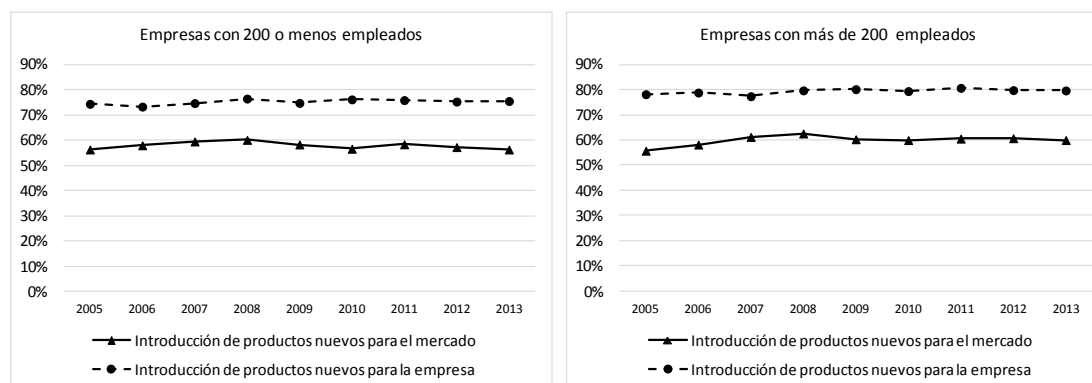
Gráfico 10. Empresas que introducen innovaciones de bienes, servicios y procesos en el período t-2 a t.



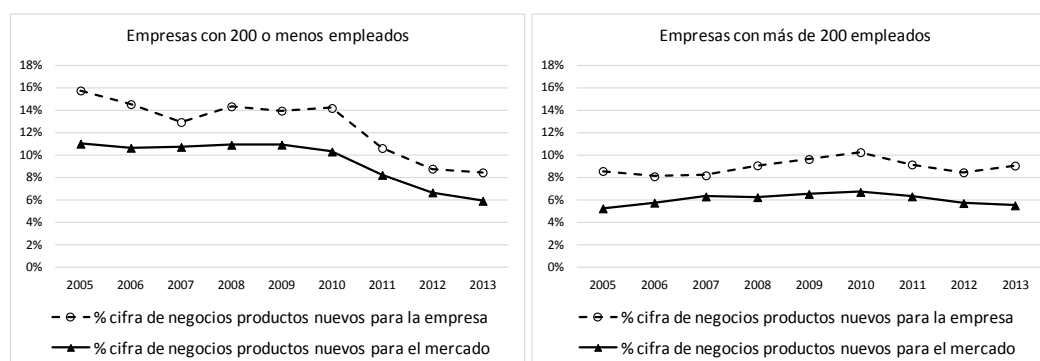
Además de la reducción del porcentaje de empresas que introducen innovaciones, el grado de novedad de las mismas y las ventas que generan las mismas se podrían ver afectadas por la fase del ciclo. El primero porque en períodos de mayor incertidumbre de la demanda se puede frenar el esfuerzo en innovación en productos más novedosos, aquellos que lo son para el mercado, y por tanto más arriesgados. En cambio la adopción de innovaciones ya existentes en el mercado conlleva menos riesgos. Las segundas, porque los mercados de nuevos productos pueden experimentar una contracción mayor que los de los consolidados o maduros. El Gráfico 11 muestra en dos paneles la evolución de estas variables. El Panel A indica que a lo largo del ciclo no se han producido cambios en el grado de novedad de las innovaciones de producto introducidas por las empresas, sean grandes o Pymes.

Gráfico 11. Innovaciones de producto: novedad y evolución de las ventas de nuevos productos

Panel A. Grado de novedad. Porcentaje de empresas.



Panel B. Porcentaje de las ventas debido a innovaciones en bienes y servicios





Análisis: evidencia existente

El objetivo de esta sección es destacar algunas investigaciones que se han realizado utilizando principalmente datos de empresas españolas y que se centran en tres aspectos: 1) los determinantes de la inversión empresarial en I+D e innovación y el papel de las ayudas públicas; 2) la evolución de la inversión en I+D a lo largo del ciclo económico, y 3) el abandono de proyectos de innovación.

3.1 Innovar e invertir en I+D y el apoyo público.

Son numerosos los estudios que analizan los factores que condicionan la decisión de las empresas de invertir en I+D, la magnitud de la inversión, sus efectos sobre la introducción de innovaciones de producto o de proceso en el mercado, y la repercusión de éstas sobre la productividad (Hall et al. 2010). En el caso de España la existencia de diversas bases de micro datos, como los de la Encuesta sobre Estrategias Empresariales, los de la Central de Balances del Banco de España, y el PITEC, ha permitido a los investigadores estudiar distintos aspectos complementarios, en función de las distintas características e información que proporciona cada una de estas fuentes.

En conjunto se ha acumulado evidencia extensa sobre la importancia de características como el capital humano de las empresas, la disponibilidad de financiación interna y externa, y la participación en mercados internacionales para explicar las decisiones de invertir en I+D, es decir, en la búsqueda de innovaciones de cierto alcance y grado de novedad significativo. Se observa asimismo la relevancia del tamaño empresarial, entre otros porque la realización de actividades de I+D comporta unos costes fijos, a menudo no recuperables. Estos son rasgos compartidos por los análisis que se han realizado para otros países. Por ello parte de la brecha existente con los países con mayor esfuerzo en I+D se puede atribuir al distinto nivel y distribución de estas características, y a los factores institucionales que pueden favorecer o, por el contrario, entorpecer la evolución de las mismas.

Uno de las investigaciones que ofrece una perspectiva global de la relación entre decisiones de I+D y productividad en un marco comparado es el de Griffith et al. (2006), donde se estima esta relación en cuatro países europeos, entre ellos España, durante el período 1998-2000. Con datos comparables procedentes de las respectivas encuestas de innovación, los autores estiman cuatro ecuaciones que forman un sistema recursivo: la decisión de invertir o no en I+D; la intensidad de la inversión (inversión en relación a las ventas) condicionada a la primera decisión; la probabilidad de introducir innovaciones de producto y de proceso (separadamente), y la productividad del trabajo, donde ésta es función de la introducción de innovaciones, entre otros.

Sus resultados coinciden con las regularidades empíricas mencionadas más arriba. En su caso no contemplan el papel de los obstáculos percibidos por las empresas, pero sí el del apoyo público y la capacidad de proteger las innovaciones frente a la imitación de terceros, factores ambos que están positivamente correlacionados con la probabilidad de que una empresa invierta en I+D. Ello no es sorprendente en la medida en que la inversión en I+D exhibe unos rasgos específicos que la distinguen de la inversión en bienes tangibles.

Precisamente porque lo que se produce mediante la inversión en I+D es un intangible, conocimientos, las dificultades para obtener financiación externa suelen ser superiores al caso de bienes materiales, agravadas frecuentemente por un mayor riesgo -no sólo de mercado sino también científico-técnico-, por las diferencias de información entre innovador y financiador potencial -la información asimétrica afecta los incentivos-, y por el riesgo de que una imitación rápida por parte de terceros reduzca los retornos esperados para la empresa pionera. Estos rasgos justifican que se preste apoyo público a determinados proyectos de I+D, aquellos que los acusan más y que reducen la probabilidad de que se lleven a cabo aun siendo socialmente deseable.

Diversos estudios han analizado el impacto de las ayudas directas a las actividades de innovación de las empresas españolas, fundamentalmente vía préstamos

subvencionados y ayudas no reembolsables (Busom 2000, González et al. 2005, Arqué 2013, Arqué y Mohnen 2015, Huergo et al. 2015, entre muchos otros). La mayoría de estudios, realizados con diversas fuentes de datos microeconómicos, concluyen que en promedio dicho apoyo ha permitido a las empresas aumentar su esfuerzo en I+D, y que también ha incitado a otras que previamente no invertían lo hicieran. Por ello la evolución de las ayudas públicas en el período de recesión y crisis, cuando el acceso a la financiación privada externa disminuye, puede ser un factor que refuerce o por el contrario contrarreste potencialmente los efectos de las mismas para las empresas que tengan buenos proyectos de innovación. Cabe esperar que en la medida en que las Pymes con proyectos estén más afectadas por las restricciones de financiación, éstas acudan en mayor medida a solicitar apoyo público (Busom et al. 2014).

Las ayudas públicas, sin embargo no pueden suplir otros factores que suelen explicar la brecha existente entre la inversión empresarial en innovación en España y la de los países europeos más innovadores. Aparte de la influencia que tienen la composición sectorial de la economía y su capacidad de cambio, y factores institucionales, el capital humano es una variable clave que determina el talento para concebir y desarrollar buenos proyectos, financiables por el propio sector privado o por el público, así como la capacidad de aprovechar innovaciones o conocimientos generados por terceros (Leiponen 2005). También hay evidencia de que existe una correlación negativa entre el capital humano de la empresa y cierto tipo de obstáculos a las que se enfrentan aquellas que no innovan, como son los relacionados con la información (D'Este et al. 2014).⁹ Es decir, la ausencia o insuficiencia de capital humano en una empresa puede magnificar la importancia de obstáculos relacionados con la información, bien sea ésta de carácter técnico o bien sobre los mercados.

López García y Montero (2012) investigan la relación entre la composición por cualificaciones del empleo, la provisión de formación en el trabajo y la contratación

⁹ Los autores utilizan los datos del PITEC.

temporal, y la probabilidad de que una empresa sea innovadora. Su trabajo es especialmente interesante porque vincula algunas características del mercado de trabajo español con la capacidad de innovación empresarial. Una hipótesis que se plantea es que los contratos temporales desincentivan a las empresas a invertir en formación, puesto que precisamente debido a la temporalidad de los contratos, la inversión en formación beneficiaría a terceros más que a la propia empresa. Ello repercutiría a su vez negativamente sobre la probabilidad de emprender actividades de innovación.

Estos autores utilizan una muestra de 800 empresas de todos los sectores productivos de la Central de Balances del Banco de España, para el período 2002 a 2007 para contrastar las hipótesis. Su medida de capital humano es el porcentaje de directivos, profesionales y técnicos en el empleo total de la empresa; también disponen del porcentaje de empleados con contrato temporal y del gasto en formación por empleado. En su estimación básica las dos primeras variables afectan la probabilidad de invertir en I+D, la primera de forma positiva y la segunda negativamente, mientras que la tercera no tiene ningún efecto.¹⁰ La variable que utilizan como indicador del capital humano, el porcentaje de directivos, profesionales y técnicos, es una aproximación entre otras que se usan en la literatura, siendo quizá más común usar el porcentaje de empleados con educación superior. Ambas ofrecen perspectivas algo distintas. La primera reflejaría aspectos organizativos de la empresa, y la segunda el nivel de educación formal del personal. Por ello es conveniente contrastar si distintas aproximaciones conducen a conclusiones similares. Más adelante contrastamos esta relación a lo largo del ciclo económico con la muestra de empresas del PITEC.

¹⁰ Los autores se centran en recoger los posibles efectos de la inversión en I+D de otros agentes o spillovers -el del conjunto del sector privado del mismo sector productivo, el público y el privado a nivel regional y el internacional- y su interacción con las variables de capital humano.

3.2. El comportamiento de la inversión en I+D en el ciclo económico

Dos factores que, entre otros, afectan las decisiones de inversión empresarial son la variación de las ventas y las expectativas sobre el nivel y la variación futura de la demanda. Mientras la primera condiciona la disponibilidad de recursos internos de la empresa para financiar proyectos de innovación, la segunda condiciona los ingresos esperados. Ambos factores conducirían a una evolución pro cíclica de la inversión en innovación. Sin embargo se ha planteado una segunda hipótesis sobre el comportamiento de la inversión en I+D a lo largo del ciclo económico: dado que el coste de oportunidad de esta inversión se reduce durante períodos de recesión, ésta podría aumentar en estos períodos, teniendo por tanto un carácter contra-cíclico. Sin embargo esto sólo sería posible si las empresas no tienen dificultades para acceder a financiación externa de la inversión (Aghion et al. 2012).

Dos estudios empíricos contrastan estas hipótesis para el caso de las empresas españolas: López García et al. (2013, 2014) y Beneito et al. (2014). Se diferencian tanto en el período que abarca cada uno: de 1991 a 2010 el primero, y de 1990 a 2006 el segundo; como por las muestras de empresas que se utilizan.

López García et al (2014) utilizan los datos de la Central de Balances del Banco de España para analizar el comportamiento de una muestra de 3278 empresas de todos los sectores -industriales, servicios y construcción- a lo largo del período 1991-2010. En su especificación empírica básica, la variable dependiente es una medida relativa del esfuerzo en I+D: la inversión en I+D en relación con la inversión total de la empresa (es decir el ratio $\text{Inversión en I+D} / (\text{Inversión en I+D} + \text{Inversión en capital físico})$). Las variables independientes son la tasa de crecimiento de las ventas (la diferencia

logarítmica de ventas), la probabilidad de sufrir restricciones financieras, la interacción entre ambas, y variables ficticias de sector y efectos fijos.¹¹

Su indicador de restricciones financieras está construido a partir de información obtenida en el PITEC sobre las dificultades de una empresa para acceder a financiación externa para innovar, que complementan con información financiera de las empresas disponible en su base de datos de la Central de Balances. Según su indicador, una cuarta parte de las empresas se enfrenta a restricciones financieras, si bien en porcentajes desiguales según el sector, siendo el más afectado el de la construcción, así como las empresas con menos de 50 empleados y las más jóvenes.

Sus resultados muestran que la inversión en activos intangibles, que incluye el gasto en I+D y en formación, tiene, en general, un carácter contra-cíclico: las empresas invierten en I+D relativamente más en las fases recesivas del ciclo. La excepción la constituyen las empresas que se enfrentan a restricciones financieras, cuya inversión en estos activos puede llegar a ser procíclica. Un análisis más detallado por sectores según el nivel de intensidad tecnológica de los mismos revela que esto ocurre básicamente en los sectores de intensidad tecnológica media-alta.¹²

Finalmente, en este estudio se comprueba que la inversión en formación de capital humano también tiene un carácter contra-cíclico, pero no así la inversión en otros intangibles como la inversión en conocimiento externo (adquisición de derechos de patentes, licencias y franquicias).

Por su parte, Beneito et al (2014) analizan asimismo el comportamiento de la inversión en I+D a lo largo del ciclo económico y el papel de las restricciones financieras en el carácter pro o contracíclico de la misma. En su caso utilizan una muestra de 3400

¹¹ La estimación se realiza con dos métodos alternativos: efectos fijos (within groups) y método generalizado de momentos (con variables instrumentales).

¹² Según la OCDE, se trata de aquellas con un gasto en I+D sobre ventas entre un 2% y un 5% ; engloba las industrias del automóvil y química entre otras.

empresas de la base de datos de la Encuesta Sobre Estrategias Empresariales, que incluye únicamente empresas industriales. El periodo analizado (1990-2006) es más corto y precede a la crisis que se inicia en 2007/8.

Este estudio se diferencia del anterior en diversos sentidos, además de la muestra y el período que abarca: 1) la variable dependiente utilizada en su especificación empírica es el logaritmo del gasto en I+D, lo que permite extraer conclusiones sobre el comportamiento pro- o contra cíclico de la inversión en I+D en términos absolutos en vez de relativos a la inversión en bienes materiales; 2) la medida de restricciones financieras se basa en el coste de la deuda a largo plazo de la empresa, y por tanto no se refieren específicamente a las dificultades de financiar la inversión en I+D; 3) se añaden variables independientes relacionadas con la propiedad de la empresa (familiar, pertenencia a un grupo, carácter público) que permiten investigar aspectos adicionales de las repercusiones de las restricciones financieras.¹³

Aproximadamente la mitad de las observaciones de la muestra de Beneito et al. se halla sujeta a restricciones crediticias. Este porcentaje es superior si las empresas son de carácter familiar (60% de las mismas sufriría restricciones), mientras que las restricciones afectarían a un porcentaje menor (30%) de las que están afiliadas a algún grupo empresarial.

A pesar de las diferencias comentadas más arriba, sus resultados coinciden con los de López García et al.: la inversión en I+D es contra cíclica para las empresas que no tienen restricciones de acceso a la financiación; y por el contrario, deja de serlo e incluso puede ser procíclica en las empresas con restricciones, con excepción de las que pertenecen a un grupo de empresas o son de propiedad familiar.

¹³ El método de estimación utilizado es en este caso un modelo Tobit de efectos aleatorios, dado que sólo alrededor de un tercio de sus observaciones presentan una inversión positiva en I+D.

De ambos estudios se desprende que, junto con los shocks de demanda, las restricciones financieras juegan un papel decisivo en las decisiones de inversión en I+D a lo largo del ciclo económico. Dado el elevado porcentaje de empresas afectadas por las mismas en España, la reducción de la inversión en éstas no habría sido compensada por la que hayan podido realizar las empresas que no las hubieran experimentado.

Las dificultades de financiación de la inversión en innovación e I+D pueden haber repercutido en estas decisiones de diversas formas: las empresas que tenían proyectos en curso o en fase de concepción pueden haberse visto obligadas a frenarlos o abandonarlos; otras empresas pueden haber dejado de invertir en I+D y otras pueden haber reducido el volumen de la inversión. Por ello en el siguiente apartado examinamos la evidencia en torno al abandono de proyectos de innovación.

3.3. El abandono de proyectos de innovación

Diversos factores pueden conducir al abandono de proyectos de innovación, siendo algunos de ellos independientes de la crisis económica o de restricciones financieras. Por ejemplo, algunos proyectos pueden tener un carácter muy exploratorio, de forma que si tras unas etapas iniciales no se obtienen los resultados esperados -en el sentido científico-técnico- se detiene el proyecto, tanto en períodos de crecimiento como de recesión. En otros casos el abandono se produce como resultado de los obstáculos que pueden aparecer bien en la fase de concepción del proyecto, bien una vez iniciado. Uno de los obstáculos más probables es el acceso a financiación externa: si bien la empresa puede financiar con recursos propios las etapas preliminares de un proyecto, a menudo su desarrollo completo requiere financiación externa, especialmente en el caso de la Pymes. Durante una recesión, estos obstáculos pueden agudizarse, dando lugar a una tasa de abandono superior.

Dos estudios empíricos previos analizan los determinantes del abandono de proyectos de innovación de las empresas españolas utilizando la base de datos PITEC: García

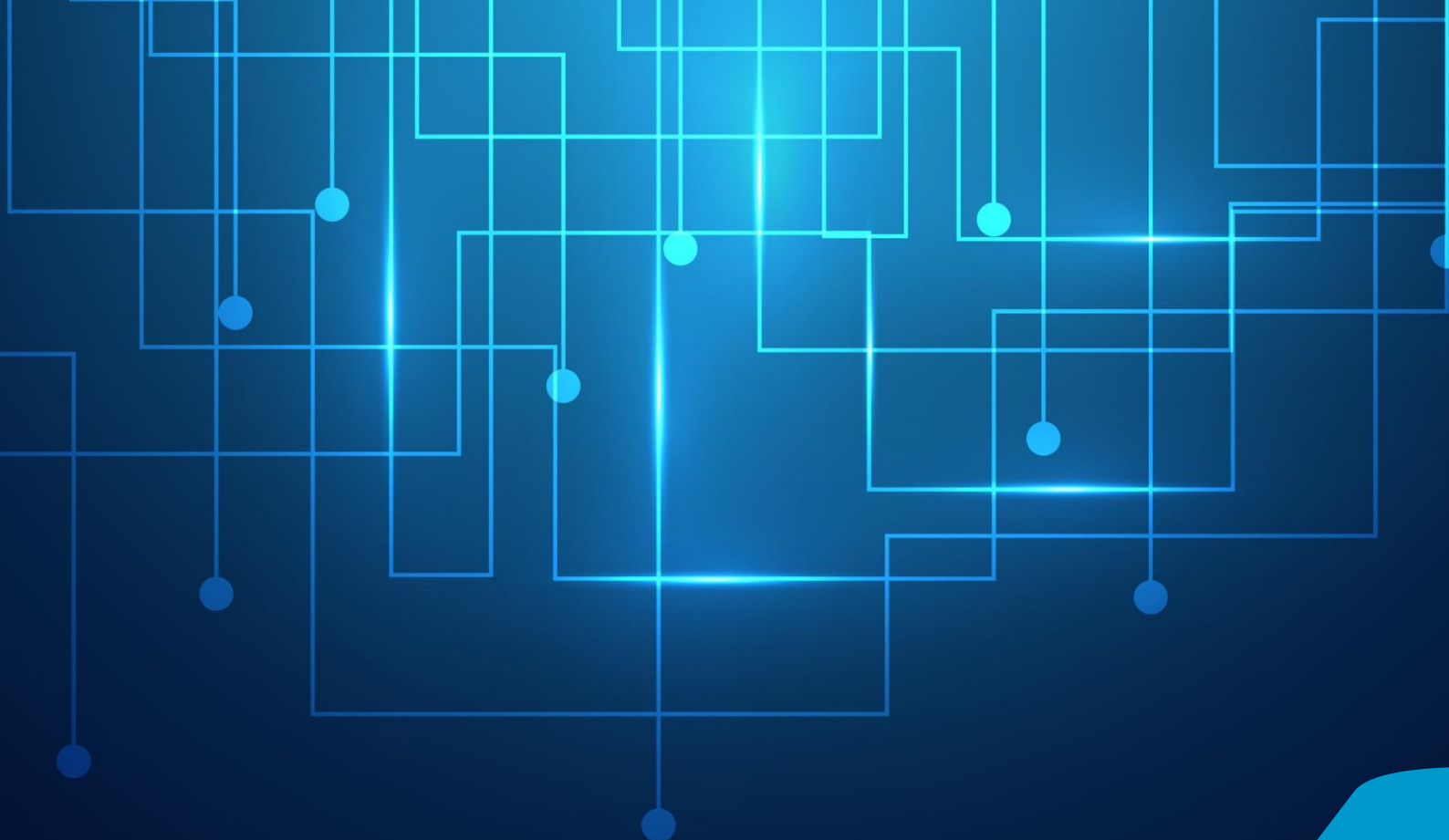
Vega y López (2010), que cubre un período anterior a la crisis de 2008, y Segarra et al. (2013), que cubre un período más largo, aunque no contempla los posibles efectos del ciclo económico.

García Vega y López (2010) analizan la importancia relativa de diversos tipos de obstáculos: financieros, de conocimiento y de mercado para explicar la probabilidad de abandonar actividades de innovación en el período 2005-2007, así como la relación entre ésta y las ayudas públicas a la innovación. Distinguiendo entre Pymes y empresas grandes, sus resultados indican que en aquella fase de expansión los factores de mercado (mercado con empresa dominante e incertidumbre de la demanda) tenían más importancia que los financieros. Asimismo, dicha probabilidad aumentaba para las empresas exportadoras y con mayor esfuerzo en I+D, lo que seguramente responde a que son las empresas más activas en el mercado internacional las que generan más ideas y proyectos de innovación, abandonándolos bien por dificultades de financiación, bien por factores de mercado. Dentro de los obstáculos financieros, la limitación de financiación externa aumentaba la probabilidad de abandono de las empresas grandes. Para todas las empresas, grandes y Pymes, la incertidumbre de la demanda es un factor que incidía significativamente sobre la probabilidad de abandono. Por tanto cabría esperar que en períodos recesivos caracterizados por una mayor incertidumbre de la demanda aumentase la tasa de abandono.

El resultado más destacado desde el punto de vista de las políticas de apoyo a la innovación es que se obtiene evidencia de que la probabilidad de abandono es menor para las empresas que reciben apoyo público. Ello puede ser debido a una combinación de factores: por un lado, el apoyo público proporciona la financiación que permite finalizar un proyecto, de la que la empresa quizá no dispondría si tuviera que acudir a financiación privada externa; pero por otro también es posible que los proyectos así financiados tengan unas características distintas de aquellos que no reciben financiación pública.

Segarra et al. (2013) amplían el estudio anterior distinguiendo entre dos tipos de abandono: el que se produce en la fase de concepción de un proyecto, y el que se produce una vez se ha iniciado. Utilizan una muestra de empresas del PITEC para un período más amplio, del año 2004 al 2010. Encuentran que a excepción del acceso a financiación externa, que incide negativamente sobre la continuidad en la fase de concepción pero no una vez iniciado un proyecto, el resto de obstáculos -asociados al mercado y al conocimiento, como en García Vega y López- aumentan significativamente la probabilidad de abandono en ambos casos. Además, también las empresas con mayor esfuerzo en I+D y presencia en los mercados internacionales tienen una mayor probabilidad de abandono, coincidiendo con los autores mencionados. Finalmente, el abandono es más probable por parte de empresas grandes, mientras que el impacto de la edad de la empresa depende del sector: la probabilidad de abandono es mayor entre las empresas más maduras en el sector de manufacturas de elevada intensidad tecnológica, pero en cambio es menor en los sectores intensivos en conocimiento, donde las más jóvenes son más proclives al abandono. No se analiza en este caso, sin embargo, si recibir apoyo público está o no asociada a la probabilidad de abandono.

Existe evidencia internacional que indica que las empresas receptoras de ayudas públicas a la innovación empresarial han podido amortiguar el impacto de la crisis sobre las actividades de innovación empresarial. Paunov (2012) utiliza los datos de una encuesta supervisada por la OCDE entre noviembre de 2009 y enero de 2010 a una muestra de 1.223 empresas industriales de ocho países latinoamericanos que tenían proyectos de innovación antes de la crisis. Un 26% declararon haber abandonado proyectos a causa de la crisis. Su análisis muestra que la probabilidad de abandono era sustancialmente mayor para las empresas que recibieron ayudas públicas, así como para las que siguieron exportando.



Análisis empírico de la
muestra del PITEC:
modelos y variables.



Para responder las preguntas formuladas en esta investigación se plantea y estima un conjunto de modelos empíricos sencillos, de carácter estático, mediante los que se pretende detectar si se han producido cambios, a lo largo del período 2005-2013, en las correlaciones entre algunos indicadores de la actividad innovadora de las empresas y distintas variables de interés. Se desea prestar atención especialmente a la relación entre decisiones de inversión en I+D, apoyo público, variación de las ventas de la empresa, percepción de los obstáculos de financiación externa y capital humano.

Las variables dependientes en los que se centra el estudio son las siguientes: la probabilidad de obtener financiación de la Administración Central del Estado para proyectos de innovación en el período $t-2$ a t ; la probabilidad de abandonar proyectos en el período $t-2$ a t ; la probabilidad de invertir en I+D en t , el gasto en I+D por empleado, la introducción de innovaciones de producto y proceso en el período $t-2$ a t , y el peso de la inversión en I+D en relación a la inversión total de la empresa en t .

De acuerdo con la evolución del PIB, el período 2005-2013 se descompone en cuatro segmentos: 2005-7, 2007-9, 2009-11 y 2011-13. Para cada tramo se estima un modelo de elección discreta (probit) con el fin de verificar si se producen variaciones a lo largo del ciclo en las correlaciones entre las variables. Seguidamente se estima un modelo probit de efectos aleatorios para todo el período, utilizando todo el panel, lo que permite tener en cuenta el hecho de que características no observadas de cada empresa puede influir sobre las variables dependientes. En el caso del peso de la inversión en I+D en relación a la inversión total de la empresa, y en el de la intensidad de gasto en I+D por empleado, se estima un modelo tobit para cada período, y un modelo tobit de efectos aleatorios para todo el panel.

En las ecuaciones se incluyen las variables independientes de variación de las ventas de la empresa, capital humano (educación superior) y ayudas públicas (excepto en la propia ecuación para ayudas públicas). Asimismo, en línea con la evidencia existente,

se incluyen indicadores de pertenencia a un grupo, participación de capital extranjero en la propiedad, ámbito del mercado de la empresa, e indicadores de tamaño y sector.¹⁴ En el caso de las ecuaciones de acceso a ayuda pública de la Administración Central y abandono se incluyen algunos obstáculos percibidos por las empresas. Las variables independientes, excepto las binarias de tamaño y sector, se rezagan un período.

La tabla 1 detalla la definición de las variables utilizadas. La tabla A1 en el anexo muestra la estadística descriptiva de las mismas para Pymes y grandes empresas.

¹⁴ En otros estudios se suele incluir un indicador del estatus exportador de la empresa, o directamente el porcentaje de ventas que se exporta. Sin embargo debido a un cambio en el cuestionario de la Encuesta de Innovación de INE no se dispone de esta variable para los años 2006 y 2007, por lo que se ha optado por utilizar la variable Ambito geográfico del mercado de la empresa. Por lo que se refiere a la clasificación sectorial de las empresas, se ha seguido el criterio de intensidad tecnológica establecida por la OCDE. Finalmente, la variable edad se puede incluir gracias a que a partir del año 2009 se pregunta el año de creación de la empresa.

Tabla 1. Definición de variables

Variables	Definición
Dependientes	
Ayuda ACE	Indicador binario de si la empresa recibió apoyo público de la Administración Central del Estado en el período t-2 a t
Abandono	Indicador binario de si la empresa abandonó alguna de sus actividades o proyectos de innovación bien en la fase de concepción o bien una vez iniciada la actividad en el período t-2 a t
Invertir en I+D	Indicador binario de si la empresa ha realizado actividades de I+D interna el año t
Inversión Relativa en I+D	Ratio de la inversión en I+D en relación a la inversión total realizada por la empresa el año t
Intensidad en I+D	Logaritmo del gasto en I+D por trabajador (t-1). Cifra deflactada. Precios constantes de 2005.
Innovación Producto	Indicador binario de si la empresa ha introducido innovaciones de producto en el período t-2 a t
Innovación Proceso	Indicador binario de si la empresa ha introducido innovaciones de proceso en el período t-2 a t
Independientes	
Crecimiento ventas	Tasa real de crecimiento de las ventas, calculada como $(\ln(\text{ventas})_t - \ln(\text{ventas})_{t-1})$. Las ventas se han deflactado con el deflactor del PIB, a precios de 2005.
O.Financiación externa	La empresa da una elevada importancia al Obstáculo financiación externa (t-1)
O.Demanda incierta	La empresa da una elevada importancia al Obstáculo Demanda incierta de bienes y servicios innovadores (t-1)
O. Mercado dominado	La empresa da una elevada importancia al Obstáculo de mercado dominado por empresas establecidas. (t-1)
O. Falta de información	La empresa da una elevada importancia al Obstáculo de falta de información sobre mercados (t-1)
Propiedad Intelectual	La empresa usa protección intelectual (t-1)
Educación superior	Proporción de empleados con educación superior (t-1), en tanto por uno.
Grupo	Pertenencia a un grupo de empresas (t-1).
Extranjera	Participación de capital extranjero (t-1)
Mercado UE	El mercado geográfico de la empresa es la UE
Otros países	El mercado geográfico de la empresa incluye terceros países no UE
Intensidad en I+D	Logaritmo del gasto en I+D por trabajador (t-1). Cifra deflactada. Precios constantes de 2005.
Edad	Logaritmo de la edad de la empresa, calculada a partir del año de nacimiento de la empresa y el año respectivo de la encuesta.
Tam. $x \leq 20$	Tamaño $x \leq 20$ empleados
Tam $20 < x \leq 50$	Tamaño $20 < x \leq 50$ empleados
Tam $50 < x \leq 100$	Tamaño $50 < x \leq 100$ empleados
Tam $100 < x \leq 200$	Tamaño $100 < x \leq 200$ empleados
Tam $200 < x \leq 400$	Tamaño $200 < x \leq 400$ empleados
Tam $400 < x \leq 700$	Tamaño $400 < x \leq 700$ empleados
Tam mayor de 700	Tamaño mayor de 700 empleados
Manufac. Alta Tecnología	La empresa pertenece al sector Manufacturas de Alta tecnología. Binaria.
Manufac.	La empresa pertenece al sector Manufacturas de tecnología media. Binaria.

Tecnología Media

Resto Manufacturas La empresa pertenece al sector Resto de Manufacturas. Binaria.

Servicios Alta La empresa pertenece al sector Servicios de Alta tecnología. Binaria

Tecnología

Resto servicios La empresa pertenece al sector Resto de Servicios. Binaria.

Para realizar las estimaciones se utiliza la muestra de empresas que permanecen en la base PITEC durante los nueve años, de los sectores de manufacturas y servicios. Se excluyen de la muestra las empresas de los sectores Energía, Saneamiento y Construcción, por poseer características diferenciales del resto de sectores. También se excluyen las empresas que declaran como obstáculo para innovar el hecho de que no hay demanda de innovaciones, puesto que no cabe considerarlas como innovadoras potenciales. Finalmente, se excluyen las que presentan valores extremos de variación de ventas o de empleo.



Estimaciones: Resultados



Los resultados que se presentan a continuación corresponden a una primera fase de esta línea de investigación de los autores, y por tanto deben interpretarse con las debidas cautelas. En primer lugar, en este ejercicio no se pretenden contrastar relaciones de causalidad, sino identificar simples correlaciones parciales. En segundo lugar, existen diversas formas de definir algunas variables, así como especificaciones alternativas, por ejemplo en relación al número de rezagos de las variables independientes que se consideran en algunos modelos. En tercer lugar, no se investiga la endogeneidad potencial de algunas variables de carácter subjetivo, como son las percepciones de los obstáculos para innovar que manifiestan las empresas en la encuesta.¹⁵

5.1 Obtención de apoyo público de la Administración Central del Estado.

Como se observaba en el Gráfico 4 del apartado 2, el acceso a la financiación pública fue disminuyendo a lo largo del período 2005-2013, principalmente para las Pymes. Lamentablemente no es posible identificar con los datos actuales del PITEC en qué medida ello se debe a que menos empresas la solicitaron o a que la administración pública aceptó menos propuestas. Por tanto las estimaciones que siguen reflejan el resultado conjunto de las decisiones de las empresas de solicitar o no, y de la selección que realiza la administración entre los proyectos presentados. Nos centramos exclusivamente en las ayudas que proporciona la Administración Central porque los

¹⁵ Mairesse y Mohnen (2010) ofrecen un análisis de las ventajas e inconvenientes de los datos generados en el marco del Community Innovation Survey, del que forma parte la Encuesta sobre Innovación en las Empresas que administra el INE. El problema de la endogeneidad de las respuestas a los obstáculos aparece especialmente cuando se usan datos de corte transversal.

criterios de selección son homogéneos, mientras que entre las distintas administraciones locales estos pueden ser diversos.¹⁶

La evidencia existente sugiere que factores como las dificultades de financiación privada de los proyectos, el capital humano de la empresa, que se refleja en la calidad de los mismos, y el sector al que pertenece la empresa, inciden en la probabilidad de obtener apoyo público. A lo largo del ciclo económico la incidencia de cada uno de estos factores se podría ver alterada. Por ello la novedad de la especificación del modelo en relación a otros estudios es la inclusión de la evolución reciente de las ventas de la empresa, junto con la percepción de obstáculos, capital humano de la empresa y otras variables de control.

La muestra utilizada para estas estimaciones incluye tanto las empresas innovadoras como las que no lo son; únicamente se excluyen aquellas que manifiestan no tener intención de innovar por falta de demanda de innovaciones, a las que no se considera como innovadoras potenciales. Las Tabla 2A y 2B muestran los resultados para las Pymes y para las empresas grandes, respectivamente.

En el caso de las Pymes, las cuatro primeras columnas de la tabla permiten observar que diversos factores inciden en la obtención de ayudas de la ACE con intensidad parecida tanto en el período de crecimiento (2005-2007) como en los posteriores: las empresas con mayor proporción de personal con titulación superior, que han registrado propiedad intelectual o industrial, y participan en mercados exteriores tienen una mayor probabilidad de obtener ayudas, así como las empresas de sectores de alta tecnología, sean industriales o de servicios. Como cabe esperar, las dificultades de acceder a financiación externa acentúan su incidencia a lo largo de la recesión.

La diferencia principal que se observa entre los distintos períodos del ciclo es el papel de la evolución de las ventas de la empresa: mientras en los años de crecimiento

¹⁶ También se excluyen las ayudas internacionales.

agregado el crecimiento de las ventas de la empresa no estaba asociado a solicitar y obtener ayudas públicas, a partir del año 2010 se observa una correlación positiva. Ello puede reflejar que cuando las empresas sufren reducciones de ventas no se plantean nuevos proyectos de innovación en estas circunstancias y por tanto no solicitan apoyo, mientras que sí lo hacen si experimentan crecimiento. Este les proporcionaría además un flujo de recursos internos con los que cofinanciar los proyectos. También se observa que una mayor edad de la empresa reduce la probabilidad de obtener ayuda pública, lo que seguramente refleja una mayor actividad por parte de las jóvenes y al mismo tiempo una preferencia de la institución pública por las mismas, en igualdad de condiciones. Finalmente, la estimación conjunta de todo el período (última columna de la Tabla 2A) concuerda, para la mayoría de variables, con los resultados comentados, con la salvedad de la incidencia del obstáculo de acceso a financiación, que deja de ser significativo.¹⁷ Los coeficientes correspondientes a las variables anuales ponen de relieve una reducción de la probabilidad de solicitar y obtener ayudas los años 2012 y 2013 (en 2 y 3 puntos porcentuales respectivamente) en relación al año 2006.

En el caso de las empresas grandes, en las estimaciones de cada subperíodo no se observa que la evolución de las ventas de la empresa haya tenido una incidencia significativa en la probabilidad de solicitar y obtener ayudas para sus proyectos de innovación, es decir que su comportamiento no parece alterarse a lo largo de las fases del ciclo económico. En cambio la dificultad de acceso a financiación externa así como el aumento de la incertidumbre de la demanda pueden haber conducido a un incremento de solicitudes y concesiones. La estimación conjunta de todo el período (última columna de la Tabla 2B), aunque coincide en la mayoría de variables, sugiere que la evolución de las ventas de la empresa sí inciden sobre el acceso a las ayudas públicas: la probabilidad de hacerlo aumenta cuando las ventas se reducen. Entre los años 2008 a 2011, la probabilidad de obtener ayudas públicas por parte de estas

¹⁷ Es posible que esta especificación no sea totalmente adecuada para recoger los posibles cambios estructurales en las correlaciones entre estas variables y la dependiente.

empresas aumentó significativamente en relación con el año 2006, en igualdad de condiciones, para reducirse significativamente el 2013.

En resumen, las estimaciones proporcionan indicios de que la evolución de las ventas de cada empresa incide en el acceso a las ayudas públicas, pero son signo contrario entre las Pymes y las empresas grandes. De ello se puede inferir que durante el período de recesión bien sólo las Pymes que crecen se plantean realizar proyectos de innovación con apoyo público, o que el apoyo público se dirige, de entre las que lo solicitan, a aquellas que experimentan crecimiento. Una combinación de ambos efectos es posible, aunque no contrastable con los datos disponibles. En cambio las empresas grandes acudirían al apoyo público cuando tienen shocks de demanda negativos.

Tabla 2A. Probabilidad de obtener apoyo ACE. PYMES

	Periodo 05-07	Periodo 07-09	Periodo 09-11	Periodo 11-13	Panel 2005-2013
Crecimiento ventas (log dif)	0.0182 (0.0112)	0.0111 (0.00868)	0.0244** (0.00839)	0.0382*** (0.00878)	0.00847* (0.00387)
O. financiación externa (t-1)	0.0154 (0.00847)	0.0270*** (0.00663)	0.0231*** (0.00633)	0.0272*** (0.00584)	0.00478 (0.00385)
O. Demanda Incierta (t-1)	0.0106 (0.00942)	0.0134 (0.00729)	0.0120 (0.00681)	0.0198* (0.00631)	0.00867* (0.00410)
Propiedad intelectual (t-1)	0.0689*** (0.00789)	0.0854*** (0.00638)	0.0990*** (0.00630)	0.0916*** (0.00604)	0.0493*** (0.00491)
Educación superior (t-1)	0.274*** (0.0150)	0.334*** (0.0125)	0.265*** (0.0120)	0.229*** (0.0111)	0.110*** (0.00902)
Grupo (t-1)	0.0273** (0.00964)	0.0251** (0.00736)	0.0215* (0.00698)	0.0205* (0.00643)	0.0148* (0.00585)
Participación de capital extranjero (t-1)	-0.0963*** (0.0175)	-0.0775*** (0.0132)	-0.120*** (0.0130)	-0.128*** (0.0121)	-0.0521*** (0.00566)
Mercado países UE	0.0743*** (0.0105)	0.0591*** (0.00847)	0.0590*** (0.00857)	0.0647*** (0.00853)	0.0391*** (0.00484)
Mercado demás países	0.00625 (0.00991)	0.0205** (0.00783)	0.0282*** (0.00781)	0.0332*** (0.00755)	0.0211*** (0.00498)
Tamaño x<20 emp	-0.112*** (0.0106)	-0.141*** (0.00852)	-0.159*** (0.00804)	-0.151*** (0.00761)	-0.0819*** (0.00608)
Tamaño 20<x<50 emp	-0.0430*** (0.00953)	-0.0522*** (0.00757)	-0.0620*** (0.00735)	-0.0585*** (0.00686)	-0.0379*** (0.00510)
Edad	-0.0138* (0.00589)	-0.0148** (0.00508)	-0.0289*** (0.00553)	-0.0287*** (0.00569)	-0.0265*** (0.00489)
Manufacturas de Alta tecnología	0.0950*** (0.0169)	0.0786*** (0.0137)	0.0800*** (0.0134)	0.0826*** (0.0124)	0.0888*** (0.0126)
Manufacturas de tecnología media	-0.00349 (0.0107)	0.0115 (0.00847)	0.0358*** (0.00815)	0.0251** (0.00765)	0.0298*** (0.00736)
Servicios de Alta tecnología	0.0757*** (0.0136)	0.0538*** (0.0113)	0.0766*** (0.0109)	0.0929*** (0.0103)	0.101*** (0.0104)
Resto de servicios	-0.00280 (0.0116)	-0.0175 (0.00967)	-0.00904 (0.00934)	-0.0129 (0.00887)	0.00424 (0.00787)
2012					-0.0218*** (0.00590)
2013					-0.0291*** (0.00614)
Observaciones	10123	15396	15732	15828	41519
Pseudo R ²	0.0949	0.1255	0.1331	0.1552	
Wald chi2					1047.60***

Notas: 1) Las cuatro primeras columnas muestran el efecto marginal estimado sobre la probabilidad de obtener ayuda con un modelo probit para cada período; 2) La última columna muestra el efecto marginal bajo el supuesto de que valor del efecto aleatorio es 0, estimado con un modelo probit de efectos aleatorios para panel; 3) Desviaciones típicas robustas entre paréntesis. Significatividad: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; 4) El intervalo de tamaño de referencia son las empresas con más de 50 empleados y hasta 200; 5) El sector de referencia es Resto de Manufacturas; 6) En la última columna se muestran sólo las variables binarias anuales que son significativas. El año de referencia es 2006.

Tabla 2B. Probabilidad de Obtener apoyo público de la ACE. Empresas grandes

	Periodo 05-07	Periodo 07-09	Periodo 09-11	Periodo 11-13	Panel 2005-2013
Crecimiento ventas (log dif)	-0.00871 (0.0201)	-0.0188 (0.0162)	-0.00780 (0.0132)	0.0182 (0.0235)	-0.0202* (0.0103)
O. financiación externa (t-1)	0.0564*** (0.0158)	0.0606*** (0.0131)	0.0718*** (0.0123)	0.0695*** (0.0119)	0.0296** (0.0104)
O. Demanda Incierta (t-1)	0.0297 (0.0172)	0.0407** (0.0139)	0.0311* (0.0134)	0.0359** (0.0128)	0.0120 (0.0106)
Propiedad intelectual (t-1)	0.0961*** (0.0126)	0.120*** (0.0105)	0.114*** (0.0108)	0.122*** (0.0108)	0.0721*** (0.0108)
Educación superior (t-1)	0.192*** (0.0270)	0.273*** (0.0230)	0.248*** (0.0230)	0.237*** (0.0223)	0.124*** (0.0213)
Grupo (t-1)	0.0308* (0.0150)	0.0356** (0.0128)	0.0475*** (0.0134)	0.0657*** (0.0137)	0.0390*** (0.0113)
Participación de capital extranjero (t-1)	-0.102*** (0.0154)	-0.112*** (0.0126)	-0.121*** (0.0125)	-0.0950*** (0.0124)	-0.0598*** (0.0114)
Mercado países UE	0.0839*** (0.0206)	0.0692*** (0.0162)	0.0796*** (0.0165)	0.0689*** (0.0171)	0.0474*** (0.0121)
Mercado demás países	0.0398* (0.0186)	0.0410** (0.0142)	0.0689*** (0.0143)	0.0645*** (0.0150)	0.0243* (0.0119)
Tamaño x<20 emp	-0.0693*** (0.0148)	-0.0739*** (0.0122)	-0.0696*** (0.0124)	-0.0567*** (0.0124)	-0.0422** (0.0132)
Tamaño 20<x<50 emp	-0.0517** (0.0169)	-0.0556*** (0.0139)	-0.0701*** (0.0143)	-0.0542*** (0.0146)	-0.0308** (0.0115)
Edad	0.0120 (0.00850)	0.0113 (0.00739)	-0.00611 (0.00834)	-0.0157 (0.00893)	0.0135 (0.00977)
Manufacturas de Alta tecnología	0.164*** (0.0263)	0.0802*** (0.0222)	0.0612** (0.0232)	0.0385 (0.0223)	0.108*** (0.0329)
Manufacturas de tecnología media	0.0680*** (0.0174)	0.0693*** (0.0148)	0.0573*** (0.0155)	0.0400** (0.0154)	0.0556** (0.0184)
Servicios de Alta tecnología	-0.00960 (0.0250)	-0.0190 (0.0212)	0.0170 (0.0213)	-0.0116 (0.0214)	0.0341 (0.0266)
Resto de servicios	-0.131*** (0.0174)	-0.163*** (0.0147)	-0.165*** (0.0149)	-0.149*** (0.0150)	-0.192*** (0.0202)
2008					0.0364*** (0.0102)
2009					0.0290** (0.0112)
2010					0.0262* (0.0117)
2011					0.0275* (0.0122)
2013					-0.0276* (0.0130)
Observaciones	3595	5463	5293	5101	14092
Pseudo R ²	0.1929	0.2056	0.2248	0.2198	
Wald chi2					608.66***

Notas: 1) Las cuatro primeras columnas muestran el efecto marginal estimado sobre la probabilidad de obtener ayuda con un modelo probit para cada período; 2) La última columna muestra el efecto marginal estimado bajo el supuesto de que valor del efecto aleatorio es 0, estimado con un modelo probit de efectos aleatorios para panel; 3) Desviaciones típicas robustas entre paréntesis. Significatividad: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; 4) El intervalo de tamaño de referencia son las empresas con más de 700 empleados; 5) El sector de referencia es Resto de Manufacturas; 6) En la última columna se muestran sólo las variables binarias anuales que son significativas. El año de referencia es 2006.

5.2 Probabilidad de abandonar proyectos de innovación.

Para identificar qué factores están asociados al abandono de proyectos se restringe la muestra de empresas a aquellas que los hayan tenido actividades de innovación en algún momento. Por tanto se excluyen las empresas que declaran que la falta de demanda de innovación es un obstáculo importante para innovar, puesto que ello conduce a no intentarlo, así como las que no tienen gasto positivo en actividades de innovación.¹⁸

A lo largo del período, el porcentaje de Pymes con gasto positivo en innovación se redujo significativamente: pasó desde casi un 80% el año 2006 al 53% en 2013. Entre aquellas que mantuvieron un gasto positivo, la tasa de abandono fue aumentando ligeramente, desde un 25% en 2006 al 28% en 2011. La evolución en el caso de las grandes es distinta: las que tienen un gasto positivo disminuye moderadamente, pasando del 63% el año 2009 al 59% el año 2013, pero en cambio la tasa de abandono entre éstas aumenta desde un 28% a un 35% en 2011.

La especificación de este modelo se inspira en parte en García Vega y López (2010), que se centran fundamentalmente en el papel de los obstáculos percibidos por las empresas, pero en nuestro caso incluimos otras variables, entre ellas la evolución de las ventas de la empresa. Las Tablas 3A y 3B muestran respectivamente los resultados de las estimaciones para las Pymes y para las empresas grandes.

A pesar de que se aprecian algunos rasgos comunes, nuevamente se observan algunas diferencias en el comportamiento entre ambos grupos de empresas. La incertidumbre en la demanda de bienes y servicios innovadores, o la falta de información sobre mercados, aumenta las probabilidades de abandono en ambos casos en todas las fases del ciclo, si bien para las Pymes este factor se acentúa en la fase recesiva. Asimismo, son las empresas con mayor actividad -las que tienen mayor intensidad en I+D- las que

¹⁸ También se han excluido las observaciones con valores extremos de crecimiento de ventas o empleo.

tienden a abandonar proyectos. No hay evidencia de que la edad de la empresa o aquellas con participación de capital extranjero en la misma incidan sobre el abandono.

Dicho esto, las decisiones de abandono de proyectos de las Pymes son más sensibles a la evolución de sus ventas (durante los años pre-crisis) así como a la mayoría de obstáculos habituales, como el acceso a la financiación, el dominio de mercado por parte de terceras empresas y el tamaño de la empresa. Lo primero se explicaría porque la expansión de las ventas permite obtener fondos internos para concebir o iniciar proyectos. Por otro lado, aquellas que reciben ayudas públicas son menos proclives a abandonar proyectos hasta el año 2009, coincidiendo con los resultados de García Vega y López (2010) y los de Paunov (2012). Sin embargo, en los años posteriores este factor no parece haber incidido sobre esta decisión.

Entre las empresas con más de 200 empleados no hay evidencia de que la evolución de sus ventas o el acceso a financiación externa las impulsen a abandonar proyectos; la incertidumbre de la demanda es el factor más relevante. La estimación conjunta con todo el período indica que independientemente de las características observadas de la empresa, la tasa de abandono aumentó significativamente todos los años respecto a la de 2006, y que también aquellas que recibían ayudas públicas lo hicieron.

Tabla 3A. Probabilidad de abandono. Pymes

	Periodo 05-07	Periodo 07-09	Periodo 09-11	Periodo 11-13	Período 2005-2013
Crecimiento ventas (log dif)	0.0338 [*] (0.0160)	0.0281 [*] (0.0112)	0.00391 (0.0123)	-0.0173 (0.0149)	0.005 (0.007)
O. Financiación externa	0.0537 ^{***} (0.0107)	0.0365 ^{***} (0.00907)	0.0294 ^{**} (0.00926)	0.0436 ^{***} (0.00952)	0.051 ^{***} (0.009)
O. Falta de información mercados	0.0534 ^{**} (0.0171)	0.0379 ^{**} (0.0144)	0.0233 (0.0156)	0.0435 ^{**} (0.0167)	0.0468 ^{***} (0.015)
O. Mercado dominado por empresas establecidas	0.0431 ^{***} (0.0126)	0.0407 ^{***} (0.0109)	0.0473 ^{***} (0.0115)	0.0387 ^{**} (0.0122)	0.014 (0.010)
O. Demanda incierta	0.0301 [*] (0.0127)	0.0557 ^{***} (0.0104)	0.0488 ^{***} (0.0105)	0.0345 ^{**} (0.0111)	0.0225 ^{***} (0.009)
Financiación ACE (t-1)	-0.0282 [*] (0.0117)	-0.0269 [*] (0.0101)	0.00113 (0.0104)	0.00951 (0.0107)	0.001 (0.007)
Intensidad del gasto en I+D (t-1)	0.0107 ^{***} (0.00179)	0.0133 ^{***} (0.00146)	0.0163 ^{***} (0.00149)	0.0151 ^{***} (0.00158)	0.0095 ^{***} (0.001)
Mercado países UE	0.00964 (0.0140)	0.0177 (0.0122)	0.0300 [*] (0.0135)	0.0215 (0.0148)	0.0307 ^{***} (0.010)
Mercado demás países	0.0665 ^{***} (0.0128)	0.0499 ^{***} (0.0107)	0.0320 ^{**} (0.0115)	0.0207 (0.0126)	0.025 ^{***} (0.009)
Educación superior (t-1)	0.0618 ^{**} (0.0219)	0.0548 ^{**} (0.0203)	0.0432 [*] (0.0201)	0.0597 ^{**} (0.0210)	0.035 ^{***} (0.015)
Grupo (t-1)	0.0289 [*] (0.0123)	0.0276 ^{**} (0.0101)	0.0270 ^{**} (0.0105)	0.0425 ^{***} (0.0107)	0.0391 ^{***} (0.011)
Participación de capital extranjero (t-1)	-0.0108 (0.0205)	-0.0101 (0.0170)	0.0193 (0.0170)	0.0237 (0.0169)	0.011 (0.016)
Tamaño $x \leq 20$ emp	-0.0633 ^{***} (0.0142)	-0.0588 ^{***} (0.0123)	-0.0550 ^{***} (0.0129)	-0.0685 ^{***} (0.0135)	-0.0539 ^{***} (0.011)
Tamaño $20 < x \leq 50$ emp	-0.0455 ^{***} (0.0123)	-0.0570 ^{***} (0.0105)	-0.0444 ^{***} (0.0110)	-0.0652 ^{***} (0.0115)	-0.0396 ^{***} (0.010)
Edad	-0.00703 (0.00762)	0.000448 (0.00698)	0.0105 (0.00820)	0.0152 (0.00937)	(0.005) (0.009)
Manufacturas de Alta tecnología	0.0556 [*] (0.0219)	0.0469 [*] (0.0185)	0.0386 [*] (0.0191)	0.0469 [*] (0.0194)	0.0457 ^{**} (0.022)
Manufacturas de tecnología media	0.0198 (0.0131)	0.0162 (0.0112)	0.0188 (0.0117)	0.0198 (0.0123)	0.031 ^{**} (0.014)
Servicios de Alta tecnología	-0.0180 (0.0185)	-0.0188 (0.0166)	-0.0338 (0.0174)	-0.0385 [*] (0.0180)	(0.006) (0.018)
Resto de Servicios	-0.0167 (0.0159)	-0.0323 [*] (0.0142)	-0.0326 [*] (0.0150)	-0.0412 [*] (0.0164)	(0.015) (0.015)
Observaciones	7614	10671	9814	8862	26705
Pseudo R2	0.0304	0.0328	0.0368	0.0395	
Wald chi2					298.1 ^{***}

Notas: 1) Las cuatro primeras columnas muestran el efecto marginal estimado sobre la probabilidad de obtener ayuda con un modelo probit para cada período; 2) La última columna muestra el efecto marginal bajo el supuesto de que valor del efecto individual aleatorio es 0, con un modelo probit de efectos aleatorios para panel; 3) Desviaciones típicas robustas entre paréntesis. Significatividad: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; 4) El intervalo de tamaño de referencia son las empresas con más de 50 empleados y hasta 200; 5) El sector de referencia es Resto de Manufacturas; 6) En la última columna se muestran sólo las variables binarias anuales que son significativas. El año de referencia es 2006.

Tabla 3B. Probabilidad de Abandono. GRANDES

	Periodo 05-07	Periodo 07-09	Periodo 09-11	Periodo 11-13	Periodo 2005-2013
Crecimiento ventas (log dif)	-0.0512 (0.0345)	-0.0199 (0.0240)	-0.00461 (0.0226)	0.0283 (0.0313)	-0.007 (0.016)
O. Financiación externa	0.0236 (0.0245)	0.0203 (0.0189)	0.0228 (0.0183)	0.00191 (0.0186)	0.010 (0.020)
O. Falta de información mercados	-0.00284 (0.0438)	0.0734* (0.0350)	0.0618 (0.0379)	0.0865* (0.0394)	0.061 (0.039)
O. Mercado dominado por empresas establecidas	-0.0269 (0.0289)	-0.0408 (0.0233)	0.0276 (0.0246)	0.0410 (0.0255)	0.001 (0.023)
O. Demanda incierta	0.142*** (0.0258)	0.129*** (0.0205)	0.0932*** (0.0203)	0.0854*** (0.0206)	0.089*** (0.024)
Financiación ACE (t-1)	0.0137 (0.0216)	0.00930 (0.0175)	-0.0125 (0.0179)	0.0113 (0.0183)	0.032** (0.016)
Intensidad del gasto en I+D en (t-1)	0.0304*** (0.00336)	0.0352*** (0.00275)	0.0342*** (0.00281)	0.0326*** (0.00290)	0.027*** (0.003)
Mercado países UE	0.00753 (0.0331)	-0.0514* (0.0258)	0.00277 (0.0266)	0.0254 (0.0288)	0.034 (0.024)
Mercado demás países	0.0309 (0.0294)	0.0484* (0.0224)	0.0484* (0.0227)	0.0519* (0.0246)	0.048** (0.022)
Educación superior (t-1)	0.0292 (0.0456)	-0.0225 (0.0392)	0.0161 (0.0385)	-0.00641 (0.0382)	0.084*** (0.032)
Grupo (t-1)	0.00768 (0.0231)	0.0227 (0.0198)	0.00800 (0.0213)	-0.00469 (0.0228)	-0.024 (0.025)
Participación de capital extranjero (t-1)	-0.0478* (0.0228)	-0.0100 (0.0185)	0.0129 (0.0188)	0.0239 (0.0190)	-0.006 (0.022)
Tamaño x≤20 emp	-0.0659** (0.0225)	-0.0832*** (0.0185)	-0.0769*** (0.0190)	-0.124*** (0.0194)	-0.096*** (0.025)
Tamaño 20<x≤50 emp	-0.0274 (0.0263)	-0.0321 (0.0214)	-0.0185 (0.0219)	-0.0655** (0.0227)	-0.035 (0.023)
Edad	0.00620 (0.0116)	-0.0114 (0.0100)	-0.00439 (0.0116)	0.00706 (0.0128)	-0.007 (0.017)
Manufacturas de Alta tecnología	-0.0285 (0.0390)	-0.0179 (0.0319)	-0.0298 (0.0327)	-0.00686 (0.0326)	-0.002 (0.055)
Manufacturas de tecnología media	-0.0167 (0.0260)	-0.0343 (0.0218)	-0.0616** (0.0226)	-0.0708** (0.0234)	-0.009 (0.035)
Servicios de Alta tecnología	-0.124** (0.0430)	-0.118*** (0.0340)	-0.0563 (0.0335)	-0.0824* (0.0338)	-0.149*** (0.047)
Resto de Servicios	-0.0337 (0.0285)	-0.0757** (0.0236)	-0.0996*** (0.0246)	-0.0886*** (0.0257)	-0.130*** (0.032)
2007					0.054*** (0.017)
2008					0.063*** (0.020)
2009					0.055*** (0.021)
2010					0.064*** (0.022)
2011					0.094*** (0.023)
2012					0.068*** (0.023)
2013					0.046**

					(0.024)
Observaciones	2259	3419	3277	3080	8654
Pseudo R2	0.0758	0.0878	0.0928	0.1024	
Wald chi2					269.27***

Notas: 1) Las cuatro primeras columnas muestran el efecto marginal estimado sobre la probabilidad de obtener ayuda con un modelo probit para cada período; 2) La última columna muestra el efecto marginal estimado bajo el supuesto de que valor del efecto aleatorio es 0, con un modelo probit de efectos aleatorios para panel; 3) Desviaciones típicas robustas entre paréntesis. Significatividad: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; 4) El intervalo de tamaño de referencia son las empresas con más de 700 empleados; 5) El sector de referencia es Resto de Manufacturas; 6) En la última columna se muestran sólo las variables binarias anuales que son significativas. El año de referencia es 2006.

5.3. La probabilidad de invertir en I+D

De las distintas actividades para la innovación que se consideran en la encuesta: I+D interna, externa, adquisición de maquinaria o equipos, adquisición de conocimientos externos, formación, distribución y diseño, la primera es la que representa un mayor porcentaje de la inversión, tanto entre las Pymes como entre las empresas grandes. Por ello se escoge ésta como variable dependiente.

La muestra utilizada comprende todas las empresas incluidas en el PITEC a excepción de las que manifiestan que no innovan por falta de demanda de productos o servicios nuevos. Como en las anteriores especificaciones, se pretende contrastar especialmente el papel de la evolución reciente de las ventas de la empresa y el de las ayudas públicas a lo largo del ciclo. Las tablas 4A y 4B muestran los resultados para las Pymes y las empresas grandes respectivamente.

En el caso de las Pymes, tanto las cuatro primeras columnas de la Tabla 4A como la última, que corresponde a la estimación conjunta con todo el panel, revelan resultados cualitativamente muy parecidos en todas las fases del ciclo, para todas las variables consideradas. La correlación entre la evolución de las ventas y la probabilidad de invertir en I+D es positiva todos los sub-períodos, si bien algo más débil en los años 2009 a 2011. Esto indica que las Pymes se arriesgan a invertir en I+D cuando sus ventas crecen, y dejan de hacerlo en caso de contracción, es decir que tienen un comportamiento pro-cíclico.

La obtención de ayudas públicas ha sido un factor significativo y de importancia creciente a lo largo de este período para estas empresas: si antes de la crisis contribuía a aumentar la probabilidad de las Pymes de invertir en I+D en 15 puntos porcentuales, al final del mismo su contribución era de 34 puntos porcentuales. Es decir, que durante la fase recesiva del ciclo las ayudas han permitido realizar proyectos de innovación que no se hubieran abordado, o dicho de otra manera, muchas de las que no obtuvieron apoyo (por no haberlo solicitado o haber sido denegado) dejaron de invertir en I+D.

Uno de los factores más fuertemente asociados a la probabilidad de invertir en I+D es el capital humano de la empresa, medido como el porcentaje de empleados con educación superior. La edad de la empresa es un factor significativo, siendo más probable que inviertan las más jóvenes. Los coeficientes correspondientes a las variables anuales en la última columna ponen de relieve la creciente reducción de la probabilidad de invertir en I+D por parte de las Pymes, y por tanto su fuerte sensibilidad a las condiciones macroeconómicas, independientemente de otras características individuales de la empresa.

En cambio para las empresas grandes no se encuentra evidencia de que la evolución de sus ventas incida significativamente sobre la decisión de invertir o no en I+D, al menos a corto plazo, aunque probablemente sí lo haga sobre la magnitud de la inversión. El capital humano de la empresa, así como el acceso a ayudas públicas, están muy correlacionados con la probabilidad de invertir en I+D. A diferencia de las Pymes, esta decisión binaria no parece estar afectada de forma significativa por el ciclo económico agregado.

Tabla 4A. Probabilidad de invertir en I+D. PYMES

	Periodo 05-07	Periodo 07-09	Periodo 09-11	Periodo 11-13	Panel 2005-2013
Crecimiento ventas (log dif)	0.0776*** (0.0125)	0.0531*** (0.00928)	0.0298** (0.00939)	0.0719*** (0.0102)	0.0428*** (0.00794)
Financiación ACE (t-1)	0.163*** (0.0115)	0.250*** (0.00991)	0.322*** (0.00955)	0.344*** (0.00961)	0.189*** (0.0109)
Mercado países UE	0.0912*** (0.0115)	0.0697*** (0.00949)	0.0815*** (0.00966)	0.0643*** (0.00982)	0.113*** (0.0139)
Mercado demás países	0.0901*** (0.0113)	0.102*** (0.00908)	0.0935*** (0.00905)	0.0953*** (0.00894)	0.113*** (0.0124)
Educación superior (t-1)	0.374*** (0.0188)	0.398*** (0.0156)	0.304*** (0.0149)	0.320*** (0.0141)	0.244*** (0.0194)
Grupo (t-1)	-0.0144 (0.0114)	-0.0218* (0.00909)	-0.0229** (0.00876)	-0.0101 (0.00843)	0.00467 (0.0143)
Participación capital extranjero (t-1)	-0.0118 (0.0193)	-0.0333* (0.0152)	-0.0410** (0.0142)	-0.0323* (0.0133)	-0.0335 (0.0239)
Tamaño x≤20 emp	-0.110*** (0.0122)	-0.148*** (0.00994)	-0.170*** (0.00959)	-0.179*** (0.00931)	-0.219*** (0.0174)
Tamaño 20<x≤50 emp	-0.0319** (0.0113)	-0.0537*** (0.00922)	-0.0715*** (0.00909)	-0.0720*** (0.00892)	-0.0885*** (0.0146)
Edad	-0.0207** (0.00669)	-0.0203*** (0.00585)	-0.0300*** (0.00651)	-0.0240*** (0.00691)	-0.0607*** (0.0134)
Manufacturas de Alta tecnología	0.207*** (0.0251)	0.205*** (0.0201)	0.221*** (0.0187)	0.204*** (0.0180)	0.276*** (0.0403)
Manufacturas de Tecnología media	0.118*** (0.0117)	0.130*** (0.00942)	0.127*** (0.00931)	0.100*** (0.00909)	0.198*** (0.0206)
Servicios de Alta tecnología	0.0992*** (0.0171)	0.0598*** (0.0140)	0.0952*** (0.0137)	0.102*** (0.0137)	0.274*** (0.0283)
Resto de Servicios	-0.0914*** (0.0122)	-0.102*** (0.0102)	-0.0779*** (0.0102)	-0.0994*** (0.0100)	-0.118*** (0.0207)
2007					-0.0558*** (0.00959)
2008					-0.108*** (0.0112)
2009					-0.155*** (0.0123)
2010					-0.219*** (0.0127)
2011					-0.247*** (0.0133)
2012					-0.267*** (0.0139)
2013					-0.304*** (0.0145)
Observaciones	10123	15396	15732	15828	42010
Pseudo R2	0.1450	0.1698	0.1879	0.2117	
Wald chi2					1860.68***

Notas: 1) Las cuatro primeras columnas muestran el efecto marginal estimado sobre la probabilidad de obtener ayuda con un modelo probit para cada período; 2) La última columna muestra el efecto marginal bajo el supuesto de que valor del efecto aleatorio es 0, estimado con un modelo probit de efectos aleatorios para panel; 3) Desviaciones típicas robustas entre paréntesis. Significatividad: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; 4) El intervalo de tamaño de referencia son las empresas con más de 50

empleados y hasta 200; 5) El sector de referencia es Resto de Manufacturas; 6) En la última columna se muestran sólo las variables binarias anuales que son significativas. El año de referencia es 2006.

Tabla 4B. Probabilidad de invertir en I+D. Grandes

	Periodo 05-07	Periodo 07-09	Periodo 09-11	Periodo 11-13	Panel 2005-2013
Crecimiento ventas (log dif)	0.0375 (0.0310)	-0.00746 (0.0169)	-0.00543 (0.0135)	0.0310 (0.0213)	-0.00251 (0.00800)
Financiación ACE (t-1)	0.308*** (0.0172)	0.338*** (0.0136)	0.349*** (0.0127)	0.346*** (0.0131)	0.149*** (0.0260)
Mercado países UE	0.0324 (0.0201)	0.0365* (0.0157)	0.0365* (0.0155)	0.0532** (0.0163)	0.0428** (0.0151)
Mercado demás países	0.109*** (0.0187)	0.107*** (0.0146)	0.0853*** (0.0145)	0.0553*** (0.0154)	0.0461** (0.0157)
Educación superior (t-1)	0.343*** (0.0318)	0.339*** (0.0254)	0.296*** (0.0236)	0.250*** (0.0236)	0.133*** (0.0275)
Grupo (t-1)	-0.0253 (0.0153)	0.00156 (0.0125)	-0.00489 (0.0127)	-0.00283 (0.0132)	0.0100 (0.0143)
Participación de capital extranjero (t-1)	-0.0430** (0.0166)	-0.0621*** (0.0133)	-0.0566*** (0.0130)	-0.0409** (0.0130)	-0.0214 (0.0132)
Tamaño 200<x≤400	-0.0512** (0.0164)	-0.0566*** (0.0128)	-0.0667*** (0.0126)	-0.0668*** (0.0129)	-0.0676*** (0.0157)
Tamaño 400<x≤700 emp	-0.0625*** (0.0189)	-0.0602*** (0.0147)	-0.0618*** (0.0147)	-0.0425** (0.0152)	-0.0379** (0.0144)
Edad	0.0238** (0.00866)	0.0197** (0.00727)	0.00803 (0.00791)	0.0196* (0.00871)	0.0283** (0.0107)
Manufacturas de Alta tecnología	0.155*** (0.0441)	0.175*** (0.0362)	0.219*** (0.0338)	0.232*** (0.0379)	0.181** (0.0649)
Manufacturas de Tecnología media	0.0792*** (0.0220)	0.0777*** (0.0176)	0.103*** (0.0184)	0.0867*** (0.0184)	0.104*** (0.0253)
Servicios de Alta tecnología	-0.173*** (0.0296)	-0.151*** (0.0230)	-0.134*** (0.0223)	-0.126*** (0.0229)	-0.101** (0.0333)
Resto de Servicios	-0.238*** (0.0168)	-0.232*** (0.0136)	-0.219*** (0.0140)	-0.228*** (0.0143)	-0.347*** (0.0119)
Observaciones	3573	5463	5293	5101	14092
Pseudo R2	0.3111	0.3550	0.3559	0.3494	
Wald chi2					682.81***

Notas: 1) Las cuatro primeras columnas muestran el efecto marginal estimado sobre la probabilidad de obtener ayuda con un modelo probit para cada período; 2) La última columna muestra el efecto marginal estimado bajo el supuesto de que valor del efecto aleatorio es 0, estimado con un modelo probit de efectos aleatorios para panel; 3) Desviaciones típicas robustas entre paréntesis. Significatividad: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; 4) El intervalo de tamaño de referencia son las empresas con más de 700 empleados; 5) El sector de referencia es Resto de Manufacturas; 6) En la última columna se muestran sólo las variables binarias anuales que son significativas. El año de referencia es 2006.

5.4. La inversión en I+D y la inversión en capital físico.

La descripción de la evolución de la inversión en I+D y la evolución de la inversión en capital físico de las empresas de la muestra, recogida en el Gráfico 7 de la sección 2, sugería una mayor reducción e inestabilidad de esta última, por lo que en términos relativos cabría esperar en promedio un comportamiento contracíclico de la inversión en I+D: la composición de la inversión sería más favorable a la I+D en períodos de contracción de las ventas. Las investigaciones de López et al. (2013) y Beneito et al. (2014) con datos de empresas españolas obtienen evidencia de este tipo de comportamiento, excepto para las empresas que se enfrentan a dificultades de acceso a financiación externa.

En este apartado mostramos los resultados de las estimaciones en las que la variable dependiente está definida como en López et al.(2013), y se incluyen como independientes la variación de las ventas de la empresa -aunque con un menor número de rezagos- y un término de interacción con el indicador de restricciones financieras. Lo que distingue nuestra especificación es la inclusión del indicador de ayudas públicas de la ACE. Se debe tener en cuenta por otra parte que el indicador de restricciones financieras no es el mismo que el de estos autores, puesto que en su caso éste estaba elaborado a partir de la correspondiente variable del PITEC pero también se utilizaba información financiera de la empresa, como el ratio de endeudamiento, proporcionado por su propia base de datos de la Central de Balances. Estas diferencias, junto con el distinto método de estimación utilizado, pueden contribuir a explicar la discrepancia entre los resultados de los autores citados y los que aquí se obtienen.¹⁹

Las Tabla 5A y 5B muestran los resultados obtenidos. En el caso de las Pymes, sólo en un período, 2007-09, hay indicios de un comportamiento contracíclico, es decir, que cuando las ventas crecen estas empresas tienden a incrementar más la inversión en

¹⁹ Se utiliza un modelo tobit porque para un 25% de la muestra de Pymes, y para un 45% de la muestra de grandes, el ratio es igual a 0.

bienes físicos que en I+D. En la estimación con todo el panel no se encuentra en promedio una relación significativa entre la evolución de las ventas de la empresa y la composición de la inversión en tangibles e intangibles de la empresa. Sin embargo, independientemente de la evolución de las ventas sí se confirma un comportamiento contra cíclico los años 2008 y 2009: en los años de expansión, las Pymes tienden a aumentar más la inversión en bienes de capital que en I+D.

Como en las estimaciones anteriores, en todos los casos el capital humano de la empresa y las ayudas públicas están positivamente correlacionados con una mayor proporción de inversión en I+D, estas últimas con una importancia creciente a lo largo del período. El tamaño de la empresa y la intensidad tecnológica del sector al que pertenece la empresa son también variables relevantes.

No encontramos evidencia de que la composición de la inversión de empresas con más de 200 trabajadores sea sensible a la evolución reciente de las ventas de las mismas. Con un matiz: la estimación para todo el período sugiere que las empresas que declaran tener dificultades para acceder a financiación externa para innovar sí son sensibles a la evolución de sus ventas, aunque el signo de la correlación no es el esperado. Dadas las características observadas de las empresas, de 2009 a 2013 las grandes redujeron relativamente más la inversión en capital físico que en I+D, como indican los coeficientes de las variables binarias anuales.

Tabla 5A. Ratio Inversión I+D/ Inversión total. PYMES.

	Periodo 05-07	Periodo 07-09	Periodo 09-11	Periodo 11-13	Panel 2005-2013
Crecimiento ventas (log dif)	0.00452 (0.0217)	-0.0414* (0.0170)	-0.0304 (0.0191)	-0.0246 (0.0269)	-0.0162 (0.00933)
Crecimiento ventas* Financiación externa (t-1)	0.0428 (0.0403)	-0.0267 (0.0289)	0.00637 (0.0301)	-0.00501 (0.0380)	0.00111 (0.0152)
Financiación ACE (t-1)	0.127*** (0.0125)	0.182*** (0.0112)	0.292*** (0.0129)	0.323*** (0.0139)	0.0994*** (0.00755)
Mercado países UE	0.0413* (0.0166)	0.0209 (0.0153)	0.0298 (0.0189)	0.0159 (0.0210)	0.0299** (0.0106)
Mercado demás países	0.0677*** (0.0149)	0.0721*** (0.0135)	0.0781*** (0.0162)	0.0960*** (0.0178)	0.0361*** (0.00946)
Personal con educación superior (t-1)	0.418*** (0.0261)	0.492*** (0.0249)	0.412*** (0.0281)	0.487*** (0.0302)	0.196*** (0.0164)
Grupo (t-1)	-0.0340* (0.0142)	-0.0453*** (0.0125)	-0.0676*** (0.0141)	-0.0846*** (0.0148)	-0.0282* (0.0112)
Participación capital extranjero (t-1)	-0.0145 (0.0236)	-0.0228 (0.0215)	-0.0425 (0.0236)	-0.0549* (0.0237)	-0.0487* (0.0181)
Tamaño x<20 emp	0.0875*** (0.0170)	0.0534*** (0.0155)	0.0505** (0.0181)	0.0768*** (0.0195)	0.0462** (0.0147)
Tamaño 20<x<50 emp	0.0672*** (0.0144)	0.0380** (0.0129)	0.0287 (0.0149)	0.0295 (0.0157)	0.0178 (0.0118)
Edad	0.00736 (0.00894)	-0.00696 (0.00861)	-0.0444*** (0.0114)	-0.0397** (0.0132)	-0.0378** (0.0117)
Manufacturas de Alta tecnología	0.298*** (0.0233)	0.278*** (0.0212)	0.324*** (0.0248)	0.334*** (0.0265)	0.279*** (0.0292)
Manufacturas de tecnología media	0.189*** (0.0154)	0.210*** (0.0141)	0.249*** (0.0165)	0.212*** (0.0172)	0.194*** (0.0185)
Servicios de Alta tecnología	0.287*** (0.0217)	0.213*** (0.0205)	0.245*** (0.0239)	0.259*** (0.0257)	0.305*** (0.0235)
Resto de Servicios	0.00410 (0.0194)	-0.0523** (0.0181)	-0.0562** (0.0212)	-0.103*** (0.0228)	-0.0123 (0.0189)
2007					-0.0258* (0.00915)
2008					-0.0359*** (0.00948)
Constant	0.000375 (0.0341)	0.0532 (0.0327)	0.154*** (0.0437)	0.105* (0.0511)	0.171*** (0.0391)
sigma	0.518*** (0.00570)	0.557*** (0.00523)	0.629*** (0.00634)	0.648*** (0.00683)	
sigma_u					0.543*** (0.00754)
sigma_e					0.378*** (0.00227)
Observaciones	8799	12701	12124	11541	32621
Pseudo R ²	0.085	0.083	0.078	0.089	
F	121.7	177.7	173.9	190.0	
Chi2					972.7

Notas: 1) Las cuatro primeras columnas muestran los coeficientes estimado mediante un modelo tobit con censura en 0 y en 1, para cada período; 2) La última columna muestra los coeficientes estimados con un modelo tobit de efectos aleatorios para panel; 3) Desviaciones típicas robustas entre paréntesis. Significatividad: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; 4) El intervalo de tamaño de referencia son las empresas con más de 50 empleados y hasta 200; 5) El sector de referencia es Resto de Manufacturas; 6) En la última columna se muestran sólo las variables binarias anuales que son significativas. El año de referencia es 2006.

Tabla 5B. Ratio Inversión I+D/ Inversión total. GRANDES

	Periodo 05-07	Periodo 07-09	Periodo 09-11	Periodo 11-13	Panel 2005-2013
Crecimiento ventas (log dif)	-0.0223 (0.0278)	-0.0108 (0.0185)	-0.00600 (0.0194)	-0.0235 (0.0232)	-0.0185 (0.0137)
Crecimiento Ventas* Financiación externa (t-1)	0.0640 (0.0646)	-0.0458 (0.0500)	-0.00961 (0.0663)	0.0760 (0.0762)	-0.0576 (0.0258)
Financiación ACE (t-1)	0.273*** (0.0192)	0.304*** (0.0160)	0.334*** (0.0168)	0.345*** (0.0177)	0.100*** (0.0102)
Mercado países UE	0.0716*** (0.0332)	0.0914*** (0.0262)	0.111*** (0.0274)	0.121*** (0.0311)	0.0688*** (0.0169)
Mercado demás países	0.110*** (0.0299)	0.0714** (0.0227)	0.0467 (0.0241)	0.0287 (0.0272)	0.0105 (0.0145)
Personal con educación superior (t-1)	0.556*** (0.0447)	0.599*** (0.0384)	0.519*** (0.0397)	0.474*** (0.0405)	0.194*** (0.0234)
Grupo (t-1)	-0.00255 (0.0212)	0.0290 (0.0183)	0.0288 (0.0201)	0.0159 (0.0217)	0.0303 (0.0167)
Participación capital extranjero (t-1)	-0.0603** (0.0221)	-0.0868*** (0.0182)	-0.0735*** (0.0191)	-0.0533** (0.0196)	-0.0199 (0.0162)
Tamaño 200<x≤400	0.0196 (0.0210)	0.0197 (0.0174)	-0.00240 (0.0185)	0.0186 (0.0198)	-0.00312 (0.0180)
Tamaño 400<x≤700 emp	-0.0312 (0.0245)	-0.0422* (0.0202)	-0.0560** (0.0215)	-0.0265 (0.0224)	-0.0185 (0.0165)
Edad	-0.000599 (0.0114)	-0.000923 (0.0100)	-0.0160 (0.0122)	-0.00488 (0.0135)	0.00425 (0.0152)
Manufacturas de Alta tecnología	0.212*** (0.0319)	0.210*** (0.0267)	0.266*** (0.0267)	0.301*** (0.0300)	0.244*** (0.0466)
Manufacturas de tecnología media	0.118*** (0.0249)	0.129*** (0.0209)	0.165*** (0.0224)	0.150*** (0.0229)	0.121*** (0.0332)
Servicios de Alta tecnología	-0.0142 (0.0440)	-0.0216 (0.0350)	0.0153 (0.0369)	0.0431 (0.0382)	0.106* (0.0429)
Resto de Servicios	-0.220*** (0.0280)	-0.234*** (0.0231)	-0.230*** (0.0248)	-0.230*** (0.0263)	-0.365*** (0.0280)
2009					0.0481*** (0.0135)
2010					0.0483*** (0.0135)
2012					0.0347* (0.0141)
2013					0.0435* (0.0144)
Constant	-0.205*** (0.0522)	-0.197*** (0.0448)	-0.134* (0.0530)	-0.196** (0.0596)	-0.114 (0.0583)
sigma	0.440*** (0.0111)	0.446*** (0.00875)	0.461*** (0.00869)	0.472*** (0.00916)	
sigma_u					0.472*** (0.0117)
sigma_e					0.282*** (0.00288)
Observaciones	3290	4862	4544	4380	12278
Pseudo R ²	0.221	0.230	0.232	0.227	
F	90.90	143.9	150.1	133.7	
Chi2					848.4

Notas: 1) Las cuatro primeras columnas muestran el coeficiente estimado mediante un modelo tobit con censura en 0 y en 1, para cada periodo; 2) La última columna muestra el coeficiente estimado con un modelo tobit de efectos aleatorios para panel; 3) Desviaciones típicas robustas entre paréntesis.

Significatividad: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; 4) El intervalo de tamaño de referencia son las empresas con más de 700 empleados; 5) El sector de referencia es Resto de Manufacturas; 6) En la última columna se muestran sólo las variables binarias anuales que son significativas. El año de referencia es 2006.

5.5. La intensidad del esfuerzo en I+D por empleado

Además de influir sobre la composición de la inversión y sobre la decisión de invertir o no en I+D, las distintas fases del ciclo pueden afectar la intensidad del esfuerzo, medido en nuestro caso en gasto en I+D por empleado. Las tablas 6A y 6B muestran los resultados de las estimaciones para las Pymes y para las empresas grandes. Nuevamente se aprecian diferencias notables y significativas entre los dos grupos de empresas.

En primer lugar, en el caso de las Pymes, y a diferencia de las grandes empresas, la evolución de las ventas incide positivamente en la intensidad de su esfuerzo en I+D a lo largo de todos los años del ciclo; la estimación conjunta de todo el panel confirma este resultado. En el caso de las grandes, la variación de sus ventas no incide directamente sobre el volumen de inversión en I+D por trabajador, lo que refleja una mayor capacidad de persistencia de este grupo de empresas.

El entorno macroeconómico afecta asimismo más intensamente a las Pymes que a las grandes empresas. Los resultados de la última columna de cada tabla indican que las Pymes empezaron a reducir su esfuerzo en I+D ya desde el año 2007, incrementándose a lo largo de los años la intensidad de la reducción. Las grandes por su parte redujeron menos el esfuerzo en I+D por empleado, y sólo a partir de 2011.

Otra diferencia significativa entre ambos grupos de empresas es la relación entre la edad de la empresa y la intensidad de la inversión: ésta es mayor entre las pymes más jóvenes que entre las pymes maduras. En cambio, entre las grandes la edad de la empresa incide favorablemente sobre su esfuerzo en I+D, especialmente en las fases ascendentes del ciclo.

Finalmente, hay unos rasgos comunes a los dos grupos de empresas: el apoyo público de la ACE está positivamente correlacionado con la intensidad de la inversión en I+D por trabajador, correlación que es superior para las Pymes. Asimismo el capital humano de la empresa, y su presencia en mercados internacionales, aumentan su esfuerzo en I+D.

Tabla 6A. I+D por trabajador. Pymes

	Periodo 05-07	Periodo 07-09	Periodo 09-11	Periodo 11-13	Panel 2005-2013
Crecimiento ventas (log dif)	1.107*** (0.183)	0.783*** (0.134)	0.323* (0.130)	1.035*** (0.145)	0.326*** (0.0650)
Financiación ACE (t-1)	2.256*** (0.125)	3.281*** (0.110)	4.691*** (0.121)	5.184*** (0.128)	1.419*** (0.0692)
Mercado países UE	1.407*** (0.160)	1.225*** (0.144)	1.502*** (0.167)	1.322*** (0.183)	0.939*** (0.0935)
Mercado demás países	1.242*** (0.146)	1.508*** (0.129)	1.628*** (0.148)	1.771*** (0.161)	0.896*** (0.0846)
Educación superior (t-1)	5.702*** (0.250)	6.657*** (0.233)	5.583*** (0.251)	6.228*** (0.258)	2.061*** (0.143)
Grupo (t-1)	0.00405 (0.139)	-0.114 (0.122)	-0.196 (0.132)	-0.0386 (0.137)	0.0745 (0.103)
Participación capital extranjero (t-1)	-0.143 (0.233)	-0.413* (0.209)	-0.641** (0.225)	-0.425 (0.230)	-0.222 (0.169)
Tamaño x≤20 emp	-0.718*** (0.161)	-1.468*** (0.145)	-2.153*** (0.158)	-2.589*** (0.165)	-1.580*** (0.136)
Tamaño 20<x≤50 emp	-0.0221 (0.137)	-0.406*** (0.123)	-0.768*** (0.136)	-0.834*** (0.144)	-0.594*** (0.109)
Edad	-0.359*** (0.0867)	-0.345*** (0.0829)	-0.578*** (0.104)	-0.520*** (0.119)	-0.842*** (0.115)
Manufacturas de Alta tecnología	2.762*** (0.223)	2.761*** (0.204)	3.407*** (0.230)	3.447*** (0.247)	2.252*** (0.277)
Manufacturas de Tecnología media	1.663*** (0.145)	1.952*** (0.131)	2.210*** (0.147)	1.947*** (0.155)	1.823*** (0.180)
Servicios de Alta tecnología	1.591*** (0.213)	1.115*** (0.197)	1.940*** (0.220)	2.056*** (0.232)	2.620*** (0.224)
Resto de Servicios	-1.156*** (0.186)	-1.502*** (0.168)	-1.240*** (0.184)	-1.883*** (0.192)	-1.034*** (0.179)
2007					-0.489*** (0.0829)
2008					-0.886*** (0.0853)
2009					-1.231*** (0.0885)
2010					-1.725*** (0.0904)
2011					-1.963*** (0.0936)
2012					-2.134*** (0.0974)
2013					-2.411*** (0.101)
Constant	1.170*** (0.330)	0.417 (0.315)	-0.188 (0.394)	-1.119* (0.454)	3.741*** (0.380)
sigma	5.342*** (0.0508)	5.772*** (0.0434)	6.368*** (0.0465)	6.586*** (0.0485)	
sigma_u					5.803*** (0.0769)
sigma_e					3.641***

					(0.0198)
Observations	10185	15506	15947	16052	41519
Pseudo R^2	0.049	0.058	0.065	0.075	
F	220.9	414.4	487.4	568.4	
Chi2					3508.8

Notas: 1) Las cuatro primeras columnas muestran los coeficientes estimado mediante un modelo tobit con censura en 0, para cada período; 2) La última columna muestra los coeficientes estimados con un modelo tobit de efectos aleatorios para panel; 3) Desviaciones típicas robustas entre paréntesis. Significatividad: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; 4) El intervalo de tamaño de referencia son las empresas con más de 50 empleados y hasta 200; 5) El sector de referencia es Resto de Manufacturas; 6) En la última columna se muestran sólo las variables binarias anuales que son significativas. El año de referencia es 2006.

Tabla 6B. I+D por trabajador. Grandes

	Periodo 05-07	Periodo 07-09	Periodo 09- 11	Periodo 11-13	Panel 2005-2013
Crecimiento ventas (log dif)	0.488 (0.455)	-0.169 (0.247)	-0.0146 (0.210)	0.593 (0.325)	-0.0304 (0.100)
Financiación ACE (t-1)	4.386*** (0.217)	4.517*** (0.167)	4.850*** (0.172)	4.845*** (0.177)	1.254*** (0.0877)
Mercado países UE	0.739* (0.356)	1.052*** (0.271)	1.141*** (0.273)	1.274*** (0.295)	0.669*** (0.144)
Mercado demás países	2.007*** (0.324)	1.655*** (0.240)	1.267*** (0.244)	0.944*** (0.264)	0.450*** (0.124)
Educación superior (t-1)	6.410*** (0.486)	6.579*** (0.392)	5.746*** (0.380)	5.267*** (0.383)	1.552*** (0.199)
Grupo (t-1)	-0.241 (0.236)	0.125 (0.192)	0.0402 (0.205)	0.115 (0.217)	0.310* (0.149)
Participación de capital extranjero (t-1)	-0.495* (0.247)	-0.746*** (0.195)	-0.656*** (0.195)	-0.450* (0.194)	-0.0474 (0.146)
Tamaño 200<x≤400	-0.444 (0.242)	-0.469* (0.187)	-0.661*** (0.188)	-0.636*** (0.193)	-0.489** (0.163)
Tamaño 400<x≤700 emp	-0.781** (0.279)	-0.706** (0.216)	-0.759*** (0.220)	-0.426 (0.231)	-0.114 (0.144)
Edad	0.409** (0.133)	0.258* (0.110)	0.0915 (0.123)	0.216 (0.137)	0.481** (0.158)
Manufacturas de Alta tecnología	2.003*** (0.351)	1.958*** (0.271)	2.463*** (0.270)	2.681*** (0.288)	1.135* (0.496)
Manufacturas de Tecnología media	1.116*** (0.268)	1.086*** (0.216)	1.502*** (0.227)	1.387*** (0.234)	1.147** (0.349)
Servicios de Alta tecnología	-2.158*** (0.482)	-2.081*** (0.365)	-1.936*** (0.351)	-1.970*** (0.355)	-0.753 (0.460)
Resto de Servicios	-4.344*** (0.296)	-4.374*** (0.235)	-4.374*** (0.247)	-4.539*** (0.253)	-5.564*** (0.285)
2011					-0.271* (0.118)
2012					-0.341** (0.121)
2013					-0.273* (0.124)
Constant	-1.723** (0.592)	-1.273** (0.489)	-0.589 (0.543)	-1.159 (0.597)	-0.319 (0.593)
sigma	5.054*** (0.0888)	4.885*** (0.0682)	4.873*** (0.0694)	4.938*** (0.0730)	
sigma_u					5.508*** (0.130)
sigma_e					2.431*** (0.0247)
Observaciones	3573	5463	5293	5101	14092
Pseudo R ²	0.131	0.140	0.147	0.146	
F	210.5	350.4	363.6	340.1	
Chi2					1224.2

Notas: 1) Las cuatro primeras columnas muestran el coeficiente estimado mediante un modelo tobit con censura en 0, para cada período; 2) La última columna muestra el coeficiente estimado con un modelo tobit de efectos aleatorios para panel; 3) Desviaciones típicas robustas entre paréntesis. Significatividad:

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; 4) El intervalo de tamaño de referencia son las empresas con más de 700 empleados; 5) El sector de referencia es Resto de Manufacturas; 6) En la última columna se muestran sólo las variables binarias anuales que son significativas. El año de referencia es 2006.

5.6 La introducción en el mercado de innovaciones de producto y de proceso.

En el cuestionario de la encuesta de Innovación del INE se pregunta cada año a las empresas si han introducido innovaciones de productos y de procesos en el último período de tres años (de $t-2$ a t), tanto si se trata de innovaciones sólo en el marco de la empresa o lo son también para el mercado. Aunque muchas empresas introducen a la vez innovaciones de producto y de proceso, en los estudios se distingue entre ambas porque las primeras suelen estar asociadas a expansiones de demanda o de mercados, y las segundas a reducciones de costes o incremento de la eficiencia productiva.

Para investigar si las distintas fases del ciclo económico inciden sobre la decisión de introducir innovaciones de uno y otro tipo se estiman como en los casos anteriores un conjunto de modelos en los que, controlando por el propio esfuerzo en I+D de la empresa, se incluye un conjunto de variables que pueden modificar estas decisiones, como son la evolución de las ventas de la empresa y determinados obstáculos. Por ejemplo, una mayor incertidumbre de la demanda puede retrasar la introducción de innovaciones de producto en fases de recesión pero no en las de expansión; en cambio el efecto sobre las innovaciones de proceso puede ser el contrario.

Las Tablas 7A y 7B muestran los resultados de las estimaciones. Algunos de ellos son compartidos por las dos muestras de empresas y todos los períodos, así como en la estimación de panel: la introducción de innovaciones, sean de producto o de proceso, está positivamente correlacionada con la intensidad del esfuerzo en I+D (medida como gasto en I+D por empleado) y con la experiencia en el uso de formas de protección de la propiedad intelectual o industrial. Además las dos últimas columnas de las dos tablas muestran que, independientemente de las características de las empresas, a partir del año 2011 se redujo sensiblemente la probabilidad de introducir innovaciones, especialmente innovaciones de proceso en las Pymes. Ello es consistente con la reducción observada del porcentaje de Pymes que han invertido en

I+D en los últimos años del período. Finalmente, el capital humano de la empresa está más asociado a la introducción de innovaciones de producto que de proceso.

Dicho esto, las estimaciones revelan algunos matices. En el caso de las Pymes, la evolución de las ventas de la empresa tiene una relación directa con la introducción de innovaciones de producto y proceso en algunas fases del ciclo (2005-7; 2011-13): la probabilidad de hacerlo aumenta cuando las ventas experimentan un crecimiento, y se reduce en caso contrario (aunque no en promedio). Las empresas que reciben ayudas públicas tienen mayor probabilidad de introducir ambos tipos de innovación, lo que podría ser reflejo, entre otros, de una mayor calidad de los proyectos de innovación. También se observa, como en otros estudios, una estrecha relación entre la introducción de innovaciones de producto o de proceso y la internacionalización del mercado de la empresa. Las más jóvenes son más propensas a introducir innovaciones de producto en algunos períodos.

Por otra parte, las correlaciones positivas de las variables asociadas a obstáculos no son de fácil interpretación: las dificultades en el acceso a financiación externa parecen favorecer innovaciones de proceso y no de producto para las empresas más sensibles a la misma, mientras que aquellas que lo son a la incertidumbre de la demanda son más proclives a introducir innovaciones de producto. A pesar de que estos indicadores de obstáculos se introducen con un rezago de un año con respecto a las variables dependientes, es posible que persista un problema de endogeneidad o causalidad inversa: serían las empresas que introducen innovaciones las más preocupadas por la incertidumbre de la demanda.

En el caso de las empresas grandes, no se obtiene evidencia de que la evolución de las ventas de la empresa tenga un impacto directo sobre la probabilidad de introducir innovaciones. Las dificultades de interpretación de los coeficientes asociados a los obstáculos percibidos por la empresa también se observan en estas estimaciones. Por otra parte, en este grupo de empresas la probabilidad de introducir innovaciones aumenta con la edad de la empresa, a diferencia de las Pymes.

Tabla 7A. Probabilidad de introducir innovaciones de producto y proceso. PYMES

	Periodo 05-07		Periodo 07-09		Periodo 09-11		Periodo 11-13		2005-2013	
	Producto (1)	Proceso (2)	Producto (3)	Proceso (4)	Producto (5)	Proceso (6)	Producto (7)	Proceso (8)	Producto (9)	Proceso (10)
Crecimiento ventas (log dif)	0.0540*** (0.0121)	0.0360** (0.0132)	0.0122 (0.00931)	0.0173 (0.00977)	-0.0184 (0.00946)	0.00377 (0.00997)	0.0273** (0.00994)	0.0609*** (0.0111)	0.0121 (0.00674)	0.0106 (0.00754)
Intensidad I+D (t-1)	0.0335*** (0.00108)	0.0208*** (0.00132)	0.0365*** (0.000797)	0.0257*** (0.00101)	0.0401*** (0.000730)	0.0300*** (0.000954)	0.0409*** (0.000720)	0.0289*** (0.000946)	0.0357*** (0.000849)	0.0270*** (0.00114)
O. financiación externa (t-1)	0.0235* (0.0100)	0.0544*** (0.0108)	0.0141 (0.00788)	0.0373*** (0.00858)	-0.0115 (0.00733)	0.0189* (0.00811)	-0.00597 (0.00698)	0.00574 (0.00766)	0.00700 (0.00750)	0.0182* (0.00871)
O. Demanda Incierta (t-1)	0.0235* (0.0109)	-0.0189 (0.0119)	0.0271** (0.00848)	-0.0141 (0.00926)	0.0498*** (0.00786)	0.0146 (0.00870)	0.0344*** (0.00751)	0.0212* (0.00830)	0.0263*** (0.00781)	-0.0110 (0.00914)
Financiación ACE (t-1)	0.0341** (0.0115)	0.00663 (0.0122)	0.0347*** (0.00993)	0.0135 (0.0105)	0.0296** (0.0102)	-0.00184 (0.0108)	0.0299** (0.00965)	0.0227* (0.0104)	0.0587*** (0.00966)	0.0343*** (0.0104)
Propiedad intelectual (t-1)	0.150*** (0.00949)	0.0785*** (0.0104)	0.123*** (0.00815)	0.0786*** (0.00887)	0.112*** (0.00832)	0.0794*** (0.00914)	0.0996*** (0.00815)	0.0697*** (0.00898)	0.106*** (0.00896)	0.0746*** (0.00957)
Educación superior (t-1)	0.00772 (0.0190)	-0.0217 (0.0205)	0.0255 (0.0159)	-0.0397* (0.0174)	0.0157 (0.0150)	-0.0615*** (0.0163)	0.0384** (0.0144)	-0.0296 (0.0157)	0.0487** (0.0155)	0.0104 (0.0181)
Grupo (t-1)	0.0244* (0.0114)	0.000584 (0.0124)	0.0110 (0.00883)	-0.000198 (0.00965)	-0.0123 (0.00848)	0.00551 (0.00934)	0.00115 (0.00808)	0.0233** (0.00878)	0.0207 (0.0115)	0.0134 (0.0133)
Participación capital extranjero (t-1)	-0.0404* (0.0192)	0.00784 (0.0209)	-0.0123 (0.0149)	0.00938 (0.0165)	0.0140 (0.0138)	0.0136 (0.0153)	-0.0103 (0.0128)	-0.0134 (0.0141)	-0.0252 (0.0177)	0.000487 (0.0209)
Mercado países UE	0.0249* (0.0117)	0.0403** (0.0127)	0.0315*** (0.00932)	0.0454*** (0.0103)	0.0395*** (0.00925)	0.0298** (0.0104)	0.0489*** (0.00947)	0.0128 (0.0105)	0.0746*** (0.0111)	0.0439*** (0.0124)
Mercado demás países	0.0711*** (0.0114)	0.0134 (0.0125)	0.0596*** (0.00897)	-0.00789 (0.00994)	0.0425*** (0.00880)	-0.00758 (0.00990)	0.0247** (0.00875)	-0.000325 (0.00973)	0.0602*** (0.0103)	0.0319** (0.0114)
Tamaño x<20 emp	-0.0360** (0.0122)	-0.133*** (0.0131)	-0.0160 (0.00974)	-0.119*** (0.0106)	-0.0510*** (0.00950)	-0.142*** (0.0104)	-0.0884*** (0.00928)	-0.172*** (0.00994)	-0.0934*** (0.0140)	-0.217*** (0.0162)
Tamaño 20<x<50 emp	-0.000649 (0.0112)	-0.0458*** (0.0122)	-0.00227 (0.00898)	-0.0400*** (0.00990)	-0.00640 (0.00882)	-0.0398*** (0.00982)	-0.0351*** (0.00852)	-0.0612*** (0.00926)	-0.0359** (0.0120)	-0.0904*** (0.0137)
Edad	0.00952 (0.00673)	0.00682 (0.00734)	0.0148* (0.00578)	0.00655 (0.00638)	-0.0124* (0.00628)	0.00115 (0.00703)	-0.0221** (0.00673)	-0.00513 (0.00744)	-0.00489 (0.00944)	0.0140 (0.0109)
Manufacturas de Alta tecnología	0.0311 (0.0220)	-0.111*** (0.0232)	0.0242 (0.0179)	-0.132*** (0.0187)	0.0220 (0.0176)	-0.0901*** (0.0186)	0.0293 (0.0162)	-0.0590*** (0.0177)	0.0907*** (0.0270)	-0.102** (0.0328)
Manufacturas de tecnología media	0.0787*** (0.0120)	-0.0912*** (0.0131)	0.0780*** (0.00954)	-0.0912*** (0.0105)	0.0742*** (0.00918)	-0.0703*** (0.0104)	0.0655*** (0.00883)	-0.0476*** (0.00991)	0.128*** (0.0151)	-0.0655*** (0.0178)

Servicios de Alta tecnología	0.0632*** (0.0166)	-0.145*** (0.0176)	0.0426** (0.0136)	-0.139*** (0.0146)	0.0371** (0.0134)	-0.113*** (0.0144)	-0.000978 (0.0131)	-0.0805*** (0.0142)	0.0758*** (0.0194)	-0.144*** (0.0232)
Resto de servicios	-0.0526*** (0.0124)	-0.103*** (0.0137)	-0.0443*** (0.00995)	-0.0826*** (0.0112)	-0.0500*** (0.00961)	-0.0692*** (0.0109)	-0.0448*** (0.00975)	-0.0472*** (0.0106)	-0.0635*** (0.0152)	-0.133*** (0.0172)
2007										-0.0271** (0.00895)
2008									0.0311*** (0.00931)	
2009									0.0687*** (0.0101)	0.0580*** (0.0115)
2010									0.0854*** (0.00987)	0.0709*** (0.0112)
2011									-0.105*** (0.0116)	-0.151*** (0.0128)
2012									-0.173*** (0.0121)	-0.234*** (0.0131)
2013									-0.194*** (0.0123)	-0.272*** (0.0136)
Observations	10123	10123	15396	15396	15732	15732	15828	15828	41519	41519
Pseudo R^2	0.1633	0.0612	0.1876	0.0718	0.2217	0.0912	0.2428	0.1099		
Wald chi2									2826.15***	2013.12***

Notas: 1) Las cuatro primeras columnas muestran el efecto marginal estimado sobre la probabilidad de obtener ayuda con un modelo probit para cada período; 2) La última columna muestra el efecto marginal bajo el supuesto de que valor del efecto aleatorio es 0, estimado con un modelo probit de efectos aleatorios para panel; 3) Desviaciones típicas robustas entre paréntesis. Significatividad: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; 4) El intervalo de tamaño de referencia son las empresas con más de 50 empleados y hasta 200; 5) El sector de referencia es Resto de Manufacturas; 6) En la última columna se muestran sólo las variables binarias anuales que son significativas. El año de referencia es 2006.

Tabla 7B. Probabilidad de introducir innovaciones de producto y proceso. Grandes

	Periodo 05-07		Periodo 07-09		Periodo 09-11		Periodo 11-13		2005-2013	
	Producto (1)	Proceso (2)	Producto (3)	Proceso (4)	Producto (5)	Proceso (6)	Producto (7)	Proceso (8)	Producto (9)	Proceso (10)
Crecimiento ventas (log dif)	-0.000152 (0.0217)	0.00106 (0.0239)	-0.0222 (0.0179)	0.00731 (0.0194)	-0.0188 (0.0141)	-0.00323 (0.0151)	0.0218 (0.0200)	0.0279 (0.0216)	-0.00649 (0.00933)	-0.0122 (0.0132)
Intensidad I+D (t-1)	0.0460*** (0.00193)	0.0321*** (0.00257)	0.0417*** (0.00170)	0.0316*** (0.00212)	0.0430*** (0.00177)	0.0335*** (0.00219)	0.0436*** (0.00178)	0.0293*** (0.00236)	0.0377*** (0.00174)	0.0390*** (0.00237)
O. financiación externa (t-1)	0.0279 (0.0193)	0.0439* (0.0218)	0.0350* (0.0157)	0.0477** (0.0177)	0.0430** (0.0148)	0.0513** (0.0166)	0.0438* (0.0139)	0.0270 (0.0163)	0.0363** (0.0126)	0.0426* (0.0170)
O. Demanda Incierta (t-1)	-0.00246 (0.0203)	-0.00374 (0.0228)	0.0285 (0.0160)	0.0127 (0.0177)	0.0270 (0.0154)	0.0222 (0.0171)	0.0424** (0.0151)	0.0446* (0.0174)	0.0129 (0.0131)	0.0332 (0.0173)
Financiación ACE (t-1)	0.0595** (0.0198)	0.101*** (0.0235)	0.0625*** (0.0164)	0.0651*** (0.0188)	0.0362* (0.0166)	0.0465* (0.0187)	0.0274 (0.0162)	0.0770 (0.0193)	0.0362* (0.0141)	0.0709*** (0.0183)
Propiedad intelectual (t-1)	0.133*** (0.0153)	0.0896*** (0.0179)	0.0993*** (0.0132)	0.0750*** (0.0152)	0.0832*** (0.0137)	0.0529*** (0.0158)	0.125*** (0.0135)	0.0815*** (0.0166)	0.0953*** (0.0136)	0.0567*** (0.0162)
Educación superior (t-1)	0.0982** (0.0318)	0.120*** (0.0361)	0.108*** (0.0276)	0.140*** (0.0303)	0.0751** (0.0271)	0.154*** (0.0294)	0.0621* (0.0260)	0.0649* (0.0304)	0.0492* (0.0234)	0.0440 (0.0280)
Grupo (t-1)	0.0155 (0.0150)	0.0621*** (0.0168)	0.0376** (0.0128)	0.0633*** (0.0137)	0.0339* (0.0136)	0.0406** (0.0144)	0.0346* (0.0140)	0.0582*** (0.0158)	0.0217 (0.0161)	0.0660*** (0.0199)
Participación capital extranjero (t-1)	0.0167 (0.0167)	0.00237 (0.0188)	0.00513 (0.0137)	0.0229 (0.0153)	0.00910 (0.0136)	0.0431** (0.0154)	0.0215 (0.0137)	0.00519 (0.0161)	0.00952 (0.0142)	0.0167 (0.0192)
Mercado países UE	-0.0140 (0.0198)	-0.0472* (0.0220)	-0.00525 (0.0158)	0.00928 (0.0169)	0.0145 (0.0155)	-0.00601 (0.0168)	0.0158 (0.0165)	-0.000990 (0.0192)	0.0319* (0.0149)	0.0201 (0.0196)
Mercado demás países	0.0129 (0.0194)	0.0552* (0.0217)	-0.00210 (0.0156)	0.00443 (0.0168)	0.000906 (0.0156)	0.0250 (0.0172)	-0.00429 (0.0164)	0.0179 (0.0193)	0.0320* (0.0148)	0.0485* (0.0197)
Tamaño 200<x≤400	-0.0386* (0.0160)	-0.0795*** (0.0180)	-0.0672*** (0.0131)	-0.0862*** (0.0145)	-0.0616*** (0.0133)	-0.0826*** (0.0148)	-0.0718*** (0.0136)	-0.0786*** (0.0156)	-0.0368* (0.0153)	-0.0879*** (0.0207)
Tamaño 400<x≤700 emp	-0.0382* (0.0180)	-0.0354 (0.0205)	-0.0692** (0.0149)	-0.0453* (0.0162)	-0.0564*** (0.0153)	-0.0670*** (0.0166)	-0.0469** (0.0157)	-0.0820*** (0.0178)	-0.0251 (0.0156)	-0.0483 (0.0216)
Edad	0.0255** (0.00868)	0.0264** (0.00963)	0.0300*** (0.00755)	0.0276*** (0.00829)	0.0392*** (0.00854)	0.0217* (0.00941)	0.0340*** (0.00946)	0.0176 (0.0108)	0.0435*** (0.0113)	0.0433** (0.0147)
Manufacturas de Alta tecnología	-0.0891* (0.0378)	-0.178*** (0.0433)	-0.0619 (0.0326)	-0.168*** (0.0346)	-0.0830* (0.0323)	-0.167*** (0.0351)	-0.174*** (0.0294)	-0.132*** (0.0350)	-0.0700 (0.0403)	-0.120 (0.0643)
Manufacturas de tecnología media	0.0345 (0.0228)	-0.0565* (0.0267)	0.0615* (0.0193)	-0.0390 (0.0222)	0.0530** (0.0204)	-0.0588 (0.0234)	0.00482 (0.0199)	-0.0748 (0.0235)	0.0710* (0.0250)	-0.0259 (0.0360)
Servicios de Alta tecnología	-0.111*** (0.0228)	-0.209*** (0.0267)	-0.0859*** (0.0193)	-0.182*** (0.0222)	-0.00222 (0.0204)	-0.177*** (0.0234)	-0.0338 (0.0199)	-0.138*** (0.0235)	-0.0338 (0.0250)	-0.172*** (0.0360)

	(0.0294)	(0.0342)	(0.0248)	(0.0274)	(0.0259)	(0.0281)	(0.0257)	(0.0299)	(0.0277)	(0.0402)
Resto de servicios	-0.122 ^{***}	-0.150 ^{***}	-0.161 ^{***}	-0.166 ^{***}	-0.148 ^{***}	-0.142 ^{***}	-0.128 ^{***}	-0.109 ^{***}	-0.192 ^{***}	-0.209 ^{***}
	(0.0181)	(0.0213)	(0.0150)	(0.0172)	(0.0159)	(0.0182)	(0.0167)	(0.0198)	(0.0187)	(0.0266)
2007									-0.0307 ^{**}	
									(0.00997)	
2009										0.0405 [*]
										(0.0159)
2010									0.0360 ^{**}	0.0772 ^{***}
									(0.0128)	(0.0164)
2011									-0.0634 ^{***}	-0.0423 [*]
									(0.0143)	(0.0185)
2012									-0.0764 ^{***}	-0.102 ^{***}
									(0.0153)	(0.0193)
2013									-0.0753 ^{***}	-0.141 ^{***}
									(0.0152)	(0.0194)
Observaciones	3595	3595	5463	5463	5293	5293	5101	5101	14092	14092
Pseudo R^2	0.3214	0.1730	0.3070	0.1758	0.3026	0.1629	0.2910	0.1233		
Wald chi2									1087.25 ^{***}	758.08 ^{***}



Conclusiones



En este estudio se ha explorado en qué medida las distintas fases del ciclo económico experimentado a lo largo del período 2005-2013 han repercutido sobre diversos indicadores de la actividad innovadora de las empresas y sobre la relación entre éstos y determinadas características de las mismas.

Los datos muestran que a partir del año 2011 y hasta 2013 inclusive la introducción de innovaciones de proceso o de producto en el mercado disminuyó significativamente y de forma intensa en relación al año 2006. En algunos casos ello puede ser resultado de que aunque la empresa siga llevando a cabo actividades de innovación, aquella paralice la introducción de innovaciones en el mercado debido a la incertidumbre de la demanda, esperando un entorno más favorable; o puede ocurrir que la empresa abandone algunos proyectos y reduzca la intensidad de estas actividades, pero no todas; o finalmente puede ocurrir que interrumpa totalmente sus actividades de innovación. Por sus repercusiones sobre la evolución de la productividad, los dos últimos casos serían los más preocupantes. Por ello se ha investigado, entre otros, la evolución a lo largo del período de las decisiones de abandono de proyectos de innovación y de invertir en I+D, así como la relación entre éstas y la recepción de ayudas directas para innovar concedidas por la Administración Central del Estado.

El tamaño de la empresa, la edad y el sector productivo al que pertenece, entre otros factores, pueden dar lugar a respuestas diferenciadas en sus decisiones de innovación cuando se producen shocks macroeconómicos tanto de carácter financiero como de demanda sufridos en este período. En consecuencia se ha optado por realizar un conjunto de estimaciones separadas para las Pymes y para las empresas grandes que integran el PITEC, incluyendo en las respectivas especificaciones controles para la edad y sector productivo.

De los resultados se desprende que el tamaño de la empresa ha condicionado significativamente las decisiones de abandono de proyectos y de inversión en I+D, así

como el acceso a las ayudas públicas y su evolución. La evidencia obtenida sugiere las siguientes conclusiones con respecto a las preguntas formuladas en el estudio:

- En primer lugar encontramos evidencia de que para las Pymes, a diferencia de las grandes empresas, la probabilidad de invertir en I+D y la intensidad de la inversión, y la probabilidad de introducir innovaciones de producto y proceso, son sensibles a la evolución de sus ventas. Es decir, las Pymes se arriesgan a invertir en I+D y a introducir innovaciones de producto y proceso cuando sus ventas crecen, y dejan de hacerlo en caso de contracción, reflejando así un comportamiento procíclico. Para las empresas grandes la evolución de sus ventas -al menos a corto plazo- no incide significativamente sobre estas decisiones.
- En segundo lugar, el ciclo macroeconómico, recogido por las variables binarias anuales en las distintas estimaciones de panel, influye de forma distinta en las decisiones de innovación de empresas grandes y Pymes: las primeras abandonan o reducen proyectos (iniciados o en fase de concepción) pero no dejan de invertir en I+D, aunque reduzcan el volumen de la inversión; las Pymes, por el contrario, sí lo hacen.
- En tercer lugar, el abandono de proyectos de innovación está asociado a la incertidumbre de la demanda para todas las empresas, y, en el caso de las Pymes, también a la presencia de empresas dominantes en su sector. Acceder a financiación pública de la ACE contribuyó a reducir la probabilidad de abandono de proyectos de las Pymes hasta el año 2009, aunque no posteriormente.
- En cuarto lugar, la financiación pública proveniente de la Administración Central del Estado tiene un papel significativo en las decisiones de innovación en todos los períodos. No sólo está positivamente correlacionada con una mayor probabilidad de invertir en I+D (tanto para empresas grandes como para Pymes), sino que afecta la composición de la inversión, incidiendo en una mayor proporción de inversión en I+D en relación con la inversión en bienes físicos (también para ambos grupos de empresas).

- En quinto lugar, la financiación pública de la ACE está asociada a una mayor probabilidad de introducir innovaciones principalmente de producto (aunque también de proceso en el caso de las grandes), aún controlando por el esfuerzo en I+D. Esto subraya la importancia de esta vía de apoyo para las empresas, que por un lado contribuye financiación para los proyectos seleccionados y por otro puede facilitar, especialmente a las Pymes, acceso a financiación externa privada al otorgar, a los proyectos aceptados, una señal de calidad.
- En sexto lugar, la obtención de ayudas públicas ha sido un factor significativo y de importancia creciente a lo largo de este período para las Pymes: si antes de la crisis contribuía a aumentar en 15 puntos porcentuales la probabilidad de las Pymes de invertir en I+D, al final del mismo su contribución era de 34 puntos porcentuales. Es decir, que durante la fase recesiva del ciclo las ayudas han permitido realizar o continuar proyectos de innovación que no se hubieran abordado, o dicho de otra manera, muchas de las que no obtuvieron apoyo (por no haberlo solicitado o haber sido denegado) dejaron de invertir en I+D.
- En séptimo lugar, los factores asociados a la probabilidad de acceso a financiación pública de la ACE por parte de los dos grupos de empresas presentan rasgos comunes pero también algunas diferencias. En todos los casos el capital humano de la empresa, el grado de internacionalización de la misma, su experiencia en el uso de propiedad intelectual y las dificultades de acceder a financiación externa favorecen el acceso (la solicitud y obtención) al apoyo público. Pero el acceso de las Pymes es sensible a la evolución reciente de sus ventas, especialmente en el período 2009 a 2013, lo que sugiere que en períodos de recesión posiblemente reducen la solicitud de apoyo público porque paralizan sus proyectos. También se observa que entre las Pymes una mayor edad de la empresa reduce la probabilidad de obtener ayuda pública, lo que seguramente refleja una mayor actividad innovadora por parte de las jóvenes y al mismo tiempo una preferencia de la institución pública por las mismas, en igualdad de condiciones.

El reto que se plantea para la política económica es no sólo el estímulo de la inversión en I+D de las grandes empresas, sino la recuperación y expansión principalmente de la masa de Pymes con capital humano, especialmente de las jóvenes, que abandonaron actividades de innovación durante los últimos años debido al impacto de los shocks macroeconómicos negativos sufridos, o que teniendo buenos proyectos no pudieron iniciarlos. Cincera y Veugelers (2013) muestran que contar con una masa de empresas jóvenes, líderes en innovación y con potencial de crecimiento puede ser uno de los factores que más contribuya a explicar la brecha innovadora entre la Unión Europea y los Estados Unidos, más allá de las diferencias en la estructura productiva. De hecho no es arriesgado trasladar este argumento a la brecha existente entre la innovación empresarial en España en relación con la media de la Unión Europea. Para ello las ayudas públicas directas a las empresas, especialmente para Pymes jóvenes con potencial de liderazgo innovador, son, de acuerdo con la evidencia, uno de los instrumentos para conseguirlo, pero insuficiente si no se acompaña de mecanismos que faciliten un aumento del capital humano empresarial y reduzcan las potenciales barreras existentes a la entrada y crecimiento de empresas.

Cabe señalar que los resultados que se presentan corresponden a una primera fase de investigación en curso, y por tanto están sujetos a algunas limitaciones. En primer lugar, en los análisis se ha adoptado enfoque estático, cuando puede ser interesante introducir efectos dinámicos para analizar el grado de persistencia de ciertas variables a lo largo del ciclo. En segundo lugar, no se ha investigado la endogeneidad potencial de las percepciones de los obstáculos para innovar que manifiestan las empresas en la encuesta. Por tanto, se requieren otro tipo de técnicas de análisis que puedan resolver este tipo de problemas. Tercero, el análisis realizado ha priorizado la distinción entre empresas pymes y grandes, pero no se ha profundizado en los comportamientos diferenciados que pueden existir entre empresas de distintos sectores más allá de la consideración de variables binarias sectoriales en las estimaciones realizadas.



Referencias bibliográficas



1. Aghion, Philippe; Philippe Askenazy, Nicolas Berman, Gilbert Cette y Laurent Eymard (2012), "Credit constraints and the cyclicalities of R&D investment: Evidence from France", *Journal of the European Economic Association* 10(5): 1001-1024.
2. Arqué-Castells, Pere (2013), "Persistence in R&D Performance and its Implications for the Granting of Subsidies." *Review of Industrial Organization* 43.3: 193-220.
3. Arqué-Castells, Pere, and Pierre Mohnen (2015), "Sunk costs, extensive R&D subsidies and permanent inducement effects." *The Journal of Industrial Economics* 63.3: 458-494.
4. Beneito, Pilar; María Engracia Rochina-Barrachina y Amparo Sanchis-Llopis (2014), Ownership and the cyclicalities of firms' R&D investment, *International Entrep. Manag. Journal* 11: 343-359
5. Busom, Isabel; Beatriz Corchuelo, y Ester Martínez-Ros (2014), "Tax incentives... or subsidies for business R&D?", *Small Business Economics* 43 (3): 571-596.
6. Cincera, Michele y R. Veugelers (2013) "Young Leading Innovators and the EU's R&D intensity Gap", *Economics of Innovation and New Technology* 22 (2): 177-198.
7. D'Este, Pablo, Francesco Rentocchini, y Jaider Vega-Jurado (2014), "The role of human capital in lowering the barriers to engaging in innovation: evidence from the Spanish innovation survey." *Industry and Innovation* 21 (1): 1-19.
8. Fecyt (2015), Informe PITEC 2012.
9. Fort, T. C., Haltiwanger, J., Jarmin, R. S., y Miranda, J. (2013), "How Firms Respond to Business Cycles: The Role of Firm Age and Firm Size", *IMF Economic Review*, 61(3).
10. García-Vega, María, and Alberto López (2010), "Determinants of Abandoning Innovative Activities: Evidence from Spanish Firms", *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa* 13.45 (2010): 69-91
11. Griffith, Rachel; Elena Huergo, Jacques Mairesse y Bettina Peters (2006), "Innovation and productivity across four European countries", *Oxford Review of Economic Policy* 22 (4): 483-498
12. González, Xulia, Jordi Jaumandreu, and Consuelo Pazó (2005), "Barriers to innovation and subsidy effectiveness." *RAND Journal of Economics* : 930-950.

13. Hall, Bronwyn A., Jacques Mairesse, Pierre Mohnen, (2010)," Measuring the Returns to R&D", en: Hall, B.A., Rosenberg, N. (Eds.), Handbook of The Economics of Innovation. Elsevier, Amsterdam, pp. 1034-1076.
14. Huergo, Elena y Jordi Jaumandreu (2004), "How does probability of innovation change with firm age?" *Small Business Economics* 22.3-4 (2004): 193-207
15. Huergo, Elena; M Trenado, A Ubierna (2015), The impact of public support on firm propensity to engage in R&D: Spanish experience, *Technological Forecasting and Social Change*, en prensa.
16. ICONO (2014), Indicadores del sistema español de ciencia, tecnología e innovación 2014, Observatorio Español de I+D+I, Fecyt.
17. Leiponen, Aija (2005), " Skills and innovation", *International Journal of Industrial Organization*, 23(5): 303-323.
18. López, Alberto (2011), "Effect of microaggregation on regression results: An application to Spanish innovation data," *Empirical Economics Letters*, 10(12): 1265-1272.
19. López García, Paloma y Jose Manuel Montero (2012), "Spillovers and absorptive capacity in the decision to innovate of Spanish firms: the role of human capital," *Economics of Innovation and New Technology*, 21(7): 589-612.
20. López-García, Paloma; José Manuel Montero y Enrique Moral-Benito (2013), "Business Cycles and Investment in Productivity-Enhancing Activities: Evidence from Spanish Firms", *Industry and Innovation* 20(7): 611-636.
21. López García, Paloma; José Manuel Montero y Enrique Moral Benito (2014), "Comportamiento cíclico de la I+D en las empresas españolas", capítulo 7 en La Empresa Española ante la Crisis del Modelo Productivo, José Carlos Fariñas y Juan Fernández de Guevara (eds), Fundación BBVA.
22. Mairesse, Jacques y Pierre Mohnen (2010), "Using innovation surveys for econometric analysis", NBER Working Paper 15857, publicado en Handbook of the Economics of Innovation, ed. por B.H. Hall y N. Rosenberg, North-Holland 2010.
23. Makkonen, Temmu (2013), " Government science and technology budgets in times of crisis", *Research Policy* 42 (3):
24. OECD (2012), STI Outlook 2012, OECD Publishing, Paris.
25. Paunov, Caroline (2012), "The global crisis and firms' investments in innovation", *Research Policy* 41(1), pp. 24-35.

26. Segarra, Agustí, José García-Quevedo, and Mercedes Teruel (2013), "Financial constraints and the failure of innovation projects", Universitat Rovira i Virgili, WP 06-2013.



Anexo



ANEXO

Tabla A1. Estadísticos descriptivos de la muestra utilizada en las estimaciones

Variables	PYMES								Grandes							
	2005-2007		2007-2009		2009-2011		2011-2013		2005-2007		2007-2009		2009-2011		2011-2013	
	Media	d.t	Media	d.t	Media	d.t	Media	d.t	Media	d.t	Media	d.t	Media	d.t	Media	d.t
<i>Dependientes</i>																
Ayuda ACE	0.205	0.403	0.206	0.405	0.202	0.401	0.175	0.380	0.205	0.404	0.226	0.418	0.242	0.428	0.225	0.418
Abandono	0.230	0.421	0.228	0.419	0.221	0.415	0.194	0.395	0.183	0.387	0.218	0.413	0.229	0.420	0.231	0.422
Invertir en I+D	0.661	0.473	0.604	0.489	0.534	0.499	0.482	0.500	0.458	0.498	0.463	0.499	0.462	0.499	0.455	0.498
Inversión Relativa en I+D	0.448	0.386	0.441	0.389	0.471	0.410	0.469	0.418	0.194	0.305	0.194	0.304	0.240	0.333	0.234	0.331
Intensidad de I+D	8508	19958	8476	29969	7430	15291	6650	14489	3375	9924	3505	15753	4080	13877	4153	14272
Innovación Producto	0.618	0.485	0.596	0.490	0.616	0.486	0.4300	0.495	0.494	0.500	0.487	0.500	0.535	0.499	0.453	0.498
Innovación Proceso	0.589	0.492	0.566	0.495	0.601	0.489	0.392	0.488	0.591	0.492	0.594	0.491	0.648	0.478	0.548	0.498
<i>Independientes</i>																
Crecimiento ventas	0.022	0.387	-0.016	0.377	-0.098	0.390	-0.062	0.365	0.029	0.275	0.014	0.241	-0.072	0.371	-0.020	0.289
O.Financiación externa	0.281	0.450	0.306	0.461	0.356	0.479	0.400	0.490	0.149	0.356	0.158	0.365	0.198	0.398	0.229	0.420
O.Demanda incierta	0.202	0.401	0.225	0.417	0.261	0.439	0.258	0.437	0.128	0.334	0.131	0.338	0.163	0.369	0.175	0.380
Propiedad Intelectual	0.311	0.463	0.272	0.445	0.247	0.431	0.200	0.400	0.282	0.450	0.263	0.440	0.269	0.443	0.255	0.436
Educación superior	0.303	0.292	0.296	0.292	0.293	0.290	0.317	0.299	0.166	0.219	0.172	0.225	0.184	0.236	0.211	0.245
Grupo	0.253	0.435	0.275	0.447	0.300	0.458	0.326	0.469	0.701	0.458	0.731	0.444	0.742	0.437	0.753	0.432
Extranjera	0.066	0.248	0.067	0.249	0.076	0.265	0.083	0.275	0.259	0.438	0.247	0.432	0.261	0.439	0.272	0.445
Mercado UE	0.620	0.485	0.631	0.483	0.653	0.476	0.673	0.469	0.638	0.481	0.629	0.483	0.634	0.482	0.638	0.481
Otros países	0.455	0.498	0.456	0.498	0.482	0.500	0.531	0.499	0.525	0.500	0.502	0.500	0.473	0.499	0.497	0.500
Intensidad I+D	5.488	4.085	5.051	4.226	4.507	4.324	4.064	4.313	3.298	3.744	3.322	3.746	3.374	3.801	3.336	3.818
Tam. $x \leq 20$	0.354	0.478	0.345	0.475	0.357	0.479	0.376	0.484	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Tam $20 < x \leq 50$	0.311	0.463	0.313	0.464	0.303	0.459	0.287	0.452	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Tam $50 < x \leq 100$	0.190	0.392	0.191	0.393	0.179	0.383	0.177	0.382	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tam 100<x≤200		0.144	0.351	0.151	0.358	0.161	0.368	0.160	0.366	0.007	0.082	0.006	0.077	0.004	0.060	0.003	0.056
Tam 200<x≤400		0.000	0.020	0.001	0.026	0.000	0.014	0.000	0.014	0.498	0.500	0.479	0.500	0.465	0.499	0.471	0.499
Tam 400<x≤700		0.000	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.234	0.424	0.237	0.425	0.235	0.424	0.227	0.419
Tam mayor de 700		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.017	0.000	0.018	0.261	0.440	0.278	0.448	0.296	0.457	0.298	0.458
Edad		20.29	16.41	21.83	16.49	24.00	16.48	26.73	16.71	31.41	28.99	32.19	25.97	34.16	26.13	36.62	28.05
Manufacturas	Alta																
tecnología		0.048	0.214	0.048	0.213	0.047	0.213	0.048	0.214	0.045	0.208	0.047	0.213	0.049	0.215	0.051	0.221
Manufac. Tech. Media		0.219	0.414	0.220	0.414	0.222	0.416	0.219	0.413	0.138	0.345	0.137	0.344	0.125	0.331	0.126	0.332
Resto Manufacturas		0.141	0.348	0.142	0.349	0.138	0.345	0.130	0.336	0.068	0.251	0.068	0.252	0.076	0.265	0.078	0.268
Servicios	Alta																
tecnología		0.248	0.432	0.247	0.431	0.248	0.432	0.263	0.440	0.474	0.499	0.481	0.500	0.497	0.500	0.498	0.500

